



**Projecto *Lean Manufacturing* Aplicado à Injecção de Resinas
na EFACEC AMT**

João Borlido de Matos

Projecto de Dissertação do MIEIG 2007/2008

Orientador na FEUP: Professora Ana Camanho

Orientador na EFACEC AMT: Engenheiro Tiago Seabra



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2008-02-27

*Aos meus Pais
Devo-lhes tudo*

Resumo

O projecto de estágio foi realizado na EFACEC AMT, que é uma das unidades de negócio do grupo EFACEC, no âmbito do estágio curricular do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão.

Actualmente, com a economia globalizada e com a elevada competitividade do mercado, o tecido empresarial tem procurado adequar-se cada vez mais às exigências dos clientes. Produzir cada vez mais, com menos recursos e de forma rápida são os desafios de todas as empresas que pretendem permanecer no mercado. É neste contexto que surge o *Lean Manufacturing* cujo objectivo é criar valor, eliminando todos os desperdícios de modo a envolver a empresa numa cultura de melhoria contínua e orientação para o cliente. É neste caminho para a excelência que a EFACEC AMT vem implementando conceitos e técnicas *Lean*.

Neste âmbito surge o tema do estágio que consistiu na implementação de um projecto *Lean Manufacturing* no sector de injecção de resinas. Com efeito, fui integrado na equipa de engenharia industrial, onde realizei funções de análise, coordenação e implementação deste projecto. A primeira fase do projecto consistiu numa recolha profunda de informação da situação actual encontrada no sector em estudo. Foi calculado o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), um indicador utilizado para analisar a produtividade dos equipamentos, que permitiu identificar e reduzir as perdas existentes no ambiente fabril. Após determinadas as prioridades de intervenção e colocadas em prática acções de melhoria, foi elaborado um novo método de trabalho.

A segunda fase do projecto consistiu no dimensionamento dos lotes de fabrico nos produtos que assim o justificavam e a sua sincronização com as linhas a jusante, com a implementação do sistema *Kanban* Interno e Gestão Visual. Também se tornou necessário criar um sistema de abastecimento normalizado dos componentes usados nos produtos fabricados no sector através do método *Kanban* Electrónico, já existente na EFACEC AMT.

O terceiro e último projecto desenvolvido diz respeito à aplicação prática do método SMED, de modo a ser possível reduzir o tempo de mudança dos moldes que vai, entre outros ganhos, permitir a redução do tamanho dos lotes.

Para finalizar, importa salientar que este projecto apresentou-se deveras compensador, uma vez que, para além de ter permitido colocar em prática diversos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, revelou-se como um instrumento enriquecedor tanto a nível pessoal como profissional.

Lean Manufacturing Project applied in resin-injected sector

Abstract

This traineeship is based on the curricular training carried out at EFACEC AMT, one of the business units of EFACEC, in accordance with the Master's Degree in Industrial Engineering and Management.

Presently, with the global economy and the high competition in the market, companies try to respond to the client's demands. Producing more and more with fewer resources and faster is the challenge to all companies wishing to remain in the market. Lean Manufacturing appears in this context and tries to create, value, eliminating all waste thus involving the company in continuous improvement and client orientation. It's in this search of excellence that EFACEC has been implementing the *Lean* concepts and techniques.

Thus the traineeship, which consisted in the *Lean Manufacturing*, projects implementation in the resin-injected sector. I was integrated in an industrial engineering team, where I analysed, coordinated and implemented this project. The first stage consisted in information collection from the current company situation found in the section. The *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) was calculated, which is an indicator used to analyse equipment productivity which allowed the identification and reduction of the existents losses in the company. After having determined the intervention priorities and the implementation actions applied a new work method was drawn.

The second stage of this project consisted of the dimensioning of the manufacture batches of the products, which justified this and their synchronization with the downstream lines using the *Kanban* System and Visual Management implementation. It was also necessary to create a normalized supplying system of the used components used on the manufacture products in this sector through the electronic *Kanban* method that already existed at EFACEC AMT.

The third and last project developed consisted of the practical application of the SMED method, to reduce the time of the mould changes, which amongst other gains reduce the batch sizes.

To summarize, this project was rewarding, because it allowed me to use knowledge learnt in the course of my studies and was very enriching both in a personal and professional way.

Agradecimentos

Ao orientador de estágio na EFACEC AMT, Engenheiro Tiago Seabra, por todo o apoio, confiança, conhecimento, orientação e motivação transmitidos.

A todos os colaboradores da empresa que, com a sua disponibilidade e partilha de conhecimentos, em muito facilitaram a minha integração.

À Professora Ana Camanho, orientadora académica da FEUP, pelo apoio e orientação prestado ao longo do estágio.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	1
1.1 Apresentação da Empresa	1
1.1.1 O Grupo EFACEC	1
1.1.2 EFACEC AMT	2
1.2 Objectivos Gerais do Estágio	4
1.3 Organização e Temas Abordados no Presente Relatório	5
2. Lean Manufacturing	6
2.1 Princípios <i>Lean</i>	6
2.2 Ferramentas e Técnicas <i>Lean</i>	9
2.3 <i>Check List</i> para o Sucesso <i>Lean</i>	10
2.4 Técnicas e Ferramentas do <i>Lean Thinking</i> Usadas	11
3. Processo Produtivo das Resinas	19
3.1 Introdução	19
3.2 O <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	19
3.3 Descrição do Processo Produtivo das Resinas	22
3.3.1 Preparação da Massa	22
3.3.2 Injecção	24
3.3.3 Re-trabalho da Peça	25
3.3.4 Tratamento Térmico	26
3.3.5 Limpeza Final da Peça (acabamento)	26
3.4 Caracterização da Situação Actual e Objectivos	26
3.4.1 Análise e Problemas Associados	27
3.4.2 Indicadores	29
3.5 Solução Proposta	32
3.6 Teste e Implementação da Solução	38
3.7 Conclusões e Resultados Obtidos	40
4. Dimensionamento dos Lotes de Fabrico, Sincronização com as Linhas a Jusante e Abastecimento de Materiais	43
4.1 Situação Inicial, Problemas Associados e Objectivos	43
4.2 Solução Proposta e Implementada	44
4.2.1 Invólucros ISF 24 e 36 kV	45

4.2.2 Restantes Produtos em que se Aplicou o Sistema Kanban Interno.....	50
4.2.3 Sistema de Abastecimento Normalizado de Material	52
4.3 Conclusões e Resultados Obtidos	54
5. Redução dos Tempos de <i>Setup</i> na Mudança de Moldes.....	56
5.1 Introdução e Objectivos	56
5.2 Situação Inicial.....	56
5.3 Solução Proposta e Implementada	57
5.4 Conclusões e Resultados Obtidos	60
6. Conclusões Globais do Estágio	62
Referências e Bibliografia	65
ANEXO A: Organização do Grupo EFACEC	66
ANEXO B: Produtos Vendidos pela EFACEC AMT	67
ANEXO C: Organograma da EFACEC AMT	71
ANEXO D: Ciclo do Tratamento Térmico Antigamente Efectuado pelas Estufas.....	72
ANEXO E: Análise ABC	73
ANEXO F: Análise da Situação Encontrada na Empresa na Máquina 6	74
ANEXO G: Folha de Recolha de Dados para o Cálculo do OEE	75
ANEXO H: Folha de Detecção de Avarias da Misturadora.....	76
ANEXO I: Novo Gráfico do Ciclo de Tratamento Térmico Efectuado pelas Estufas.....	77
ANEXO J: Instruções Operacionais	78
ANEXO L: Exemplo de um Estudo Efectuado à Misturadora.....	82
ANEXO M: Dimensionamento dos Lotes de Produção e Reposição do Sistema <i>Kanban</i> Interno na Máquina 1, 2 e 3	83
ANEXO N: Quadro de <i>Kanban</i> Interno	84
ANEXO O: Dimensionamento do Posto <i>Kanban</i> de Artigos oriundos do Exterior e do Armazém.....	85
ANEXO P: Localização das Unidades de Armazenamento na Estante <i>Kanban</i> e Necessidades de Investimento	86
ANEXO Q: Análise pelo Método SMED de uma Mudança de Molde.....	87
ANEXO R: <i>Check List</i> dos Elementos de Fixação Mecânicos para cada Molde.....	88
ANEXO S: Mecanismo de Transporte dos Moldes	90
ANEXO T: Localização dos Moldes nas Estantes	91

1. Introdução

No âmbito do estágio curricular do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão (MIEIG) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), foi realizado um estágio de 6 meses na unidade de Aparelhagem de Alta e Média Tensão (EFACEC AMT) pertencente ao grupo EFACEC. O projecto realizado teve como tema o *Lean Manufacturing* aplicado à injecção de resinas. O estágio teve como responsável interno na empresa o Engenheiro Tiago Seabra e foi acompanhado academicamente pela Professora Ana Camanho.

1.1 Apresentação da Empresa

1.1.1 O Grupo EFACEC

A EFACEC foi fundada em 1948, iniciando a sua actividade no fabrico de pequenos motores eléctricos e de transformadores de distribuição. Actualmente estão nos sectores por onde passa o futuro, da energia aos transportes e à engenharia, do ambiente aos serviços e às energias renováveis. A EFACEC possui 10 unidades de negócio que assentam num modelo organizativo onde se evidencia uma abordagem sistémica e integradora das várias valências do grupo (ver anexo A).

O grupo EFACEC é uma empresa portuguesa presente em mais de 65 países, nos 5 continentes. Emprega 3000 colaboradores e possui um volume de negócios de cerca de 600 milhões de euros. A EFACEC está predominantemente focada em Portugal, Espanha e Estados Unidos e em quatro regiões que agregam vários países, nomeadamente América Latina, Magrebe, África Austral e Europa Central, como pode ver na Figura 1. O mercado de exportação representa hoje cerca de 62% do volume de negócios da empresa.

“A aposta da EFACEC¹ no mercado internacional, bem como um forte investimento na inovação e no desenvolvimento de novas tecnologias, em articulação com as tecnologias de

¹ <http://www.efacec.pt>, acedido no dia 13 de Fevereiro

base, fazem com que a EFACEC tenha conseguido penetrar favoravelmente no mercado, posicionando-a na linha da frente da indústria portuguesa e nos mercados internacionais. Estes factores são a base para o crescimento e desenvolvimento sustentado do Grupo EFACEC”.

Uma das principais prioridades estratégicas para o desenvolvimento e crescimento futuro do grupo é a política de internacionalização.

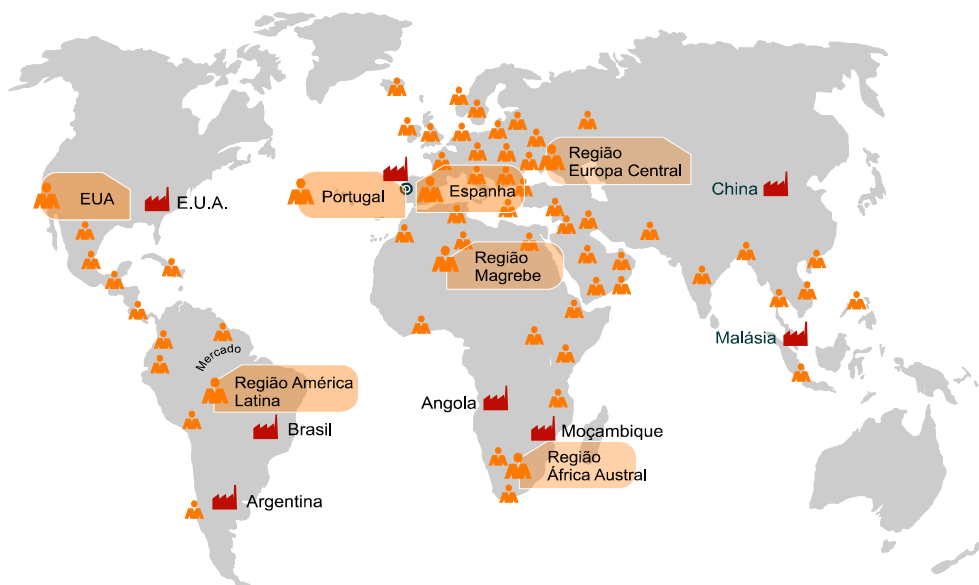


Figura 1 – Grupo EFACEC no Mundo

Não obstante, o mercado interno ter elevada importância para a EFACEC, sendo a base de aquisição e consolidação de experiência e know-how para uma penetração segura e de grande qualidade nos mercados internacionais, não apresenta, no entanto, oportunidades de negócio suficientes para a concretização dos seus objectivos no médio e longo prazo.

Recentemente, o grupo surge com uma imagem renovada de forma a transmitir a todos os seus clientes o seu caminho para a excelência, a sua expansão e internacionalização.

1.1.2 EFACEC AMT

Todos os dias são executadas tarefas com influência directa da electricidade, mas poucos se questionam de onde ela vem. Na Figura 2 é possível ver a cadeia do sistema eléctrico de energia, desde da sua geração até à sua colocação ao dispor do consumidor.

A EFACEC AMT – aparelhagem de alta e média tensão, tem mais de 50 anos de experiência no desenvolvimento e produção de equipamentos para os sistemas eléctricos de energia,

garantindo assim a produção, transmissão e distribuição de energia eléctrica. Na Figura 2 é possível ver como os seus equipamentos se distribuem ao longo da cadeia energética.



Figura 2 – Produtos vendidos pela EFACEC AMT ao longo do sistema eléctrico de energia

Grande parte da produção de energia ocorre nas centrais hídricas, eólicas e térmicas. Junto a estes centros de produção existem subestações que fazem a passagem da energia para alta tensão sendo esta depois transportada por linhas e cabos de alta tensão até às subestações mais próximas das zonas de consumo, onde é transformada de alta tensão para média tensão. Depois temos linhas de média tensão que transportam a energia até aos postos de transformação. Estes transformam a energia de média para baixa tensão e por intermédio de linhas de baixa tensão a energia chega ao local de consumo.

É neste mercado que se insere a actividade da EFACEC AMT, com equipamentos de alta e média tensão para a exploração da rede eléctrica. *“A inovação tecnológica e organizacional permitiu à EFACEC AMT criar um portfólio de equipamentos e sistemas que respondem às necessidades mais exigentes dos seus clientes”* (ver anexo B). *“A mais avançada tecnologia em meios de desenvolvimento e fabricação permitiram criar soluções flexíveis adaptadas à nova realidade do mercado da energia eléctrica, minimizar a manutenção e os trabalhos de instalação, automatizar as redes de distribuição e melhorar a qualidade da energia fornecida”*².

² <http://www.amt.efacec.pt>, acedido no dia 13 de Fevereiro

A EFACEC AMT está localizada no polo industrial da Arroteia em Leça do Balio, juntamente com outras empresas do Grupo, emprega cerca de 200 pessoas e corresponde a uma unidade de negócio dentro do ramo da energia.

Fui integrado na equipa de Engenharia Industrial (no anexo C é possível ver o organograma da empresa) e o estágio foi desenvolvido no sector das resinas. Esta é a única parte da empresa onde existe fabrico, sendo tudo o resto montagem. Este sector fabrica componentes que são incorporados nos produtos finais comercializados pela empresa.

1.2 Objectivos Gerais do Estágio

A injeção de resinas é uma área de fabrico da EFACEC AMT onde existe a necessidade de aumentar a produção de forma a acompanhar o crescimento das vendas da empresa. Nesta medida, existem três grandes áreas de intervenção para o estágio, designadamente o aumento do número de peças produzidas e do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), dimensionamento dos lotes de fabrico e sincronização com as linhas a jusante e, por último, a redução dos tempos de *setup*.

Pretende-se, então, aumentar a produção através de uma eficiente utilização e optimização dos recursos disponíveis (tempo, pessoas, equipamentos e orçamento). Como tal, procurou-se implementar um conjunto de metodologias *Lean Manufacturing* com o intuito de eliminar tarefas que não acrescentem valor. Na busca da eficiência de produção e melhoria contínua, o OEE foi o indicador escolhido e pretende-se atingir os 80%.

Tornou-se necessário dimensionar os lotes de fabrico para os produtos com maior procura e sincronizar com as linhas a jusante do sector das resinas, de forma a balancear e nivelar a produção entre os sectores. São também objectivos a redução da necessidade de transportes, os movimentos exagerados dos produtos e os custos de armazenamento, assim como diminuir a complexidade de gestão e informação. A implementação de um posto *Kanban* para os componentes com origem nos fornecedores e no armazém também se tornou imperativo de modo a reduzir o stock destes artigos, a área ocupada, ter os operadores só focados na produção, bem como aumentar o fluxo e disponibilidade destes materiais.

Por fim, para a maioria destes objectivos serem exequíveis é necessário efectuar a troca rápida dos moldes nas respectivas máquinas, neste sentido é necessário realizar vários workshops de *Single Minute Exchange of Die* (SMED) para reduzir os tempos de *setup*.

1.3 Organização e Temas Abordados no Presente Relatório

Este relatório é constituído por um total de seis capítulos e uma série de anexos. No primeiro capítulo é apresentado o grupo EFACEC e a unidade onde se desenvolveu o projecto, assim como os objectivos globais do estágio.

O segundo capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica relativa à filosofia do *Lean Manufacturing*, que fundamenta o trabalho de estágio com a apresentação de alguns conceitos teóricos relacionados com as tarefas executadas.

Os capítulos três, quatro e cinco referem-se aos grandes temas/projectos abordados no estágio. Em cada um destes três capítulos é realizada uma apresentação da situação inicial, os objectivos a atingir, a solução proposta para resolver os problemas identificados, a implementação e os resultados obtidos, assim como as conclusões individuais para cada projecto.

O capítulo três refere-se à descrição do processo produtivo, da situação encontrada e à identificação dos desperdícios. Após esta análise foi proposta uma solução com o objectivo de aumentar o número de peças produzidas e o OEE.

No capítulo quatro encontra-se o dimensionamento dos lotes de fabrico nos produtos que tal o justificaram e a sincronização destes com as respectivas linhas a jusante e o abastecimento normalizado dos materiais oriundos do armazém e do fornecedor.

O capítulo cinco apresenta o método usado para reduzir o tempo de *setup* na troca dos moldes nas máquinas, essencial para atingir bons resultados nos outros dois projectos anteriormente falados.

O relatório termina com o capítulo seis onde são apresentadas as conclusões gerais do estágio e a importância deste para um futuro promissor.

2. Lean Manufacturing

A filosofia de produção “*Lean Manufacturing*” surgiu na Toyota, no Japão, logo após a Segunda Guerra Mundial. O seu criador foi Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota apoiado por diversos seguidores, nomeadamente, Sakichi Toyoda, fundador do Grupo Toyoda em 1902; Kiichiro Toyoda e Eiji Toyoda.

Segundo refere o *Lean Institute Brazil*³, inicialmente as empresas davam maior ênfase à área de produção, daí a designação da metodologia ser *Lean manufacturing* ou *Lean production*. Hoje em dia o conceito evoluiu para *Lean Enterprise* ou *Lean Business System*, ou seja, aplicação total da filosofia Toyota em todas as dimensões dos negócios de uma organização. Mas se inicialmente era apenas aplicado às empresas industriais, a filosofia *Lean Thinking* rapidamente entrou em novas áreas como os serviços, o comércio e o sector público.

O pensamento *Lean* (baseado no *Toyota Production System* - TPS) “ (...) *consiste num conjunto de conceitos e procedimentos que visam simplificar o modo como uma organização produz valor para os seus clientes enquanto todos os desperdícios são eliminados.*” (Womack et al, 1995, citado por Pinto, 2006).

2.1 Princípios *Lean*

De forma a caminhar no sentido da excelência das organizações, foram identificados os cinco princípios do *Lean Thinking*. Estes têm como intuito facilitar o modo como as organizações produzem e entregam valor aos seus clientes enquanto se procura eliminar todos os desperdícios. Nesta medida, os princípios são os seguintes:

³ <http://www.lean.org.br>, acedido em 29 de Janeiro de 2008.

- Caracterização do valor no ponto de vista do cliente

Não é a empresa que define o que é valor mas sim o cliente. Para ele, a necessidade gera o valor e cabe às empresas determinarem qual é essa necessidade e procurar satisfazê-la por um preço justo e no momento certo.

- Analisar a cadeia de valor e eliminar o desperdício

A cadeia de valor é o veículo que permite entregar valor aos clientes, isto é, a sequência de processos que desenvolvem, produzem e entregam os resultados desejados. Deve-se então estudar a cadeia produtiva e separar os processos em três tipos, designadamente, aqueles que efectivamente criam valor, aqueles que não criam valor mas são importantes para a manutenção dos processos e da qualidade e, por fim, aqueles que não agregam valor, devendo estes ser eliminados imediatamente. As empresas devem olhar para todo o processo, desde a criação do produto até à venda final.

- Melhorar o fluxo entre as operações

A cadeia de valor organiza-se de forma a eliminar qualquer parte do processo que não acrescente valor, para que se verifique a fluidez dos processos e actividades que restaram. Isto exige uma mudança na mentalidade das pessoas já que o efeito imediato da criação de fluxos contínuos pode ser sentido na redução dos tempos de concepção de produtos, de produção e em stocks. Assim, ter a capacidade de desenvolver, produzir e distribuir rapidamente leva a que a empresa possa atender à necessidade dos clientes rapidamente.

- Sincronizar a produção com a procura

Este princípio tem como objectivo produzir o necessário quando for necessário. Deste modo evita-se a acumulação de stocks de produtos mediante a produção e fornecimento daquilo que o cliente quer, quando necessita.

Esta situação permite inverter o fluxo produtivo, ou seja, não são as empresas que “empurram” os produtos para o consumidor, mas sim este que “puxa” a produção, eliminando os stocks, o que, consequentemente, dá valor ao produto. Passa-se de um modelo muito tradicional *Push* para um modelo *Pull Flow*. No modelo *Push* são feitas

previsões da procura, servindo estas como input para o *Material Requirements Planning* (MRP), que fornece as necessidades de produto final em todos os componentes e matérias-primas, dando assim origem às ordens de produção na fábrica. Os problemas normalmente associados a este modelo são:

- Previsões erradas, muitas vezes devido à instabilidade da procura;
- Produção em grandes lotes;
- Dificuldade de sincronizar a produção em todas as fases operatórias (avarias, falta de material, etc);
- Lead Times longos;
- Pouco ou nenhum fluxo;
- Fluxo de informação complexo (ordens de produção enviadas para todos os processos necessários para produzir um produto).

Ao invêz, no modelo *Pull Flow*, as ordens de produção são originadas pelo consumo e tem como principais vantagens:

- Modelo menos dependente de previsões, já que responde a consumo;
- Produção em pequenos lotes;
- Sincronização das várias operações (linha de montagem, fornecedores de matéria-prima, etc) ao longo da cadeia de valor sincronizadas automaticamente;
- Lead Times curtos;
- Fluxo;
- Fluxo de informação simplificado.

- Melhorar continuamente.

É o compromisso de, continuamente, procurar os meios ideais para criar valor enquanto o desperdício é eliminado. A procura desta melhoria contínua em direcção a um estado ideal, deve orientar todos os esforços da empresa em processos transparentes onde todos os membros da cadeia produtiva tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e procurar continuamente melhores formas de criar valor.

Em síntese, e depois de apresentados detalhadamente os cinco princípios do *Lean Thinking*, verifica-se que o pensamento *Lean* “(...) é uma abordagem inovadora às práticas de gestão, orientando a sua acção para a eliminação gradual do desperdício através de procedimentos

simples. Procurando a perfeição dos processos, sustenta-se numa atitude de permanente insatisfação e de melhoria contínua, fazendo do tempo uma arma competitiva.” (Pinto, Setembro de 2006, p:24).

2.2 Ferramentas e Técnicas *Lean*

Um grande número de ferramentas e técnicas foram desenvolvidos para apoiar a filosofia *Lean*, para permitir às organizações a aplicação de conceitos e ideias e a implementação da mudança. Muitas destas ferramentas e técnicas emergiram do *Toyota Production System* (TPS), enquanto que outras foram entretanto desenvolvidas. Consequentemente, as empresas hoje dispõem de um largo leque de ferramentas e técnicas que as apoiam no sentido da melhoria contínua, sendo algumas delas as seguintes:

- Mapeamento da cadeia de valor (sigla inglesa VSM) – é um método que identifica todas as actividades (*dock-to-dock*) que são neste momento necessárias para transformar matéria-prima em produto acabado ou serviço. Este mapeamento inclui o fluxo de materiais e de informação;
- A prática dos 5S’s – cinco palavras Japonesas que preconizam um ambiente cultural para a melhoria contínua e que tem como objectivo a criação de ambientes de trabalho adequados ao controlo visual e ao *Lean Production*;
- Sete ferramentas clássicas da qualidade – como por exemplo: o fluxograma, histograma, análise ABC (Pareto) e diagrama de Ishikawa;
- Fórmula 5W2H – What, Why, Who, When, Where, How, How much;
- Redução dos tempos de mudança de séries através do SMED;
- *Genchi Genbutsu* – expressão japonesa que significa “vai e vê por ti”, “vai ao *gemba* (local de trabalho) e vê o que realmente lá se passa”;
- OEE – metodologia para melhorar a eficiência operacional dos equipamentos;
- Ciclo PDCA – “(...) *ciclo de melhoria contínua que significa plan-do-check-act, é a descrição da forma como as mudanças devem ser efectuadas numa organização. Não inclui apenas os passos do planeamento e implementação da mudança, mas também,*

a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou esperada, agindo de forma a ajustar, corrigir ou efectuar uma melhoria adicional com base no passo de verificação” (Gonçalves e Pinto, 2007);

- Identificar os 3M (*Muda, Muri e Mura*);
- Sistema de controlo *Kanban* – é um dos mais simples sistemas de controlo de operações que se conhece e um dos elementos primários do TPS. De acordo com o sistema *Pull* este coordena o fluxo de materiais e de informação ao longo de todo o sistema produtivo;
- Processos uniformizados – ausência de variação num produto, processo ou serviço. Associado à manutenção de um nível de desempenho constante, sem oscilações, estável;
- *Heijunka* (programação nivelada) – envolve o nivelamento da carga de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e de informação pela fábrica, minimizando os stocks e os tempos mortos.

Algumas destas técnicas e ferramentas estão apresentadas sucintamente já que não foram utilizadas no estágio, ao invés, as que foram, serão alvo de uma descrição mais detalhada em secção própria.

2.3 Check List para o Sucesso Lean

Apresenta-se agora uma *check list* para o sucesso *Lean* nas organizações que implementam esta metodologia, permitindo assim que estas reforcem a sua posição competitiva no mercado:

- Visão e estratégias bem definidas;
- Ter objectivos claros (*SMART targets*);
- Escolher o projecto certo;
- Constituição da equipa de projecto;
- Estabelecer uma metodologia para a mudança;
- Comunicação e trabalho em equipa;
- Ultrapassar as barreiras internas;
- Medir o progresso, actuar em sintonia;
- Fechar o loop (*feedback* dos elementos-chave);

- Envolver toda a força de trabalho;
- Registar e partilhar as boas práticas.

(Pinto, apresentado no seminário *Lean Research Results* a 14 de Dezembro de 2007)

2.4 Técnicas e Ferramentas do *Lean Thinking* Usadas

A seguir apresentam-se as técnicas e ferramentas do *Lean Thinking* mais utilizadas ao longo deste projecto.

○ Identificação dos Desperdícios

A combinação do processo e operações deve ser feita da melhor maneira para se conseguir entregar com a melhor qualidade, ao menor custo e no momento em que é necessário. À medida que vamos questionando o propósito de cada processo ou operação começamos a identificar as fontes de desperdício (em japonês: *Muda*) ou as de criação de valor. Se não é desperdício quer dizer que o que se faz é útil e cria valor para o cliente. Então, desperdício são todas as actividades que aumentam o custo, o tempo e não criam valor. Nesta medida, é essencial identificar os desperdícios, analisar como estes ocorrem, classificá-los e removê-los.

Existe um conjunto de técnicas e ferramentas para identificar os desperdícios, nomeadamente:

- Os três MU

Nesta abordagem o objectivo é chegar a uma condição onde a capacidade e o que se produz são iguais. Por outras palavras, existe a quantidade de trabalhadores, materiais e máquinas para produzir a quantidade certa do produto que foi pedido para entregar a tempo ao cliente.

Para a gestão empresarial japonesa, segundo Womack in *Lean Enterprise Institute (LEI)*, traduzido por Kosaka, isto é expresso em três vocábulos que significam:

- *Muda* (desperdício) - a capacidade excede o necessário;
- *Mura* (inconsistência ou variação) - a capacidade, às vezes, excede o que se produz e outras vezes fica abaixo;
- *Muri* (irracionalidade, exagero, excesso) - produzir mais do que a capacidade, o que não é razoável.

As sete categorias de desperdícios mais conhecidas foram identificadas por Sigheo Shingo (citado por Amaro e Pinto) no estudo que fez ao sistema de produção da Toyota (1991), sendo

elas:

➤ *Muda* de produção em excesso

Nesta categoria, a definição do desperdício surge sempre que há mais produção do que consumo. Isto consiste em produzir mais do que o necessário, mais rápido do que o necessário ou antes de ser preciso. O produto não enviado directamente para o consumidor tem que ser armazenado em algum local, posteriormente encontrado e resgatado. Nenhum destes custos existiria se o produto fosse entregue directamente ao cliente. Além disto, é imperativo considerar que todos os produtos correm o risco de ficar danificados ou de ser extraviados. Podem tornar-se obsoletos e, num cenário mais negro, podem nunca ser vendidos e acabar por ser descartados num futuro distante. Consequentemente os custos da empresa aumentam nestes acontecimentos sem qualquer acréscimo de valor.

➤ *Muda* de espera (pessoas)

Este desperdício é o tempo de espera que ocorre quando um trabalhador se vê impedido de executar a operação seguinte. As causas são variadas, como por exemplo: máquinas paradas, atrasos nos transportes, operadores que trabalham mais depressa e outros mais devagar, ocasionando sempre o mesmo resultado: recursos inactivos, aumento de custos, quebra do ritmo produtivo e falha de compromisso com o cliente.

➤ *Muda* de transporte (movimento de materiais)

Este desperdício associado ao transporte, que consiste em qualquer movimentação ou transferência de algo de um sítio para outro por alguma razão, embora muitas vezes necessário, não acrescenta valor e deve ser minimizado.

➤ *Muda* de sobre-processamento

O desperdício do processo ocorre sempre que um produto é processado de uma forma que não acrescenta valor a este, do ponto de vista do cliente. A questão fulcral neste conceito é saber se o cliente está disposto a pagar para ter tudo o que está a ser fornecido. Se a resposta for não, as operações e processos que não são necessários terão que ser revistos em todas as fases que produto percorre, desde da sua concepção até à sua comercialização.

➤ *Muda* de inventário (espera de materiais)

O desperdício associado ao inventário refere-se a qualquer material ou produto existente para além da quantidade necessária e antes de necessário para poder fornecer aos clientes de uma forma Just-In-Time. Esta situação acarreta capital empatado e para além deste custo necessitam de ser inventariados, armazenados e posteriormente transportados para o local de processamento. Se os produtos forem utilizados directamente ou enviados para o cliente logo que estejam concluídos, estes custos podem ser minimizados.

➤ *Muda* de movimento (pessoas)

Este desperdício inclui qualquer movimentação de pessoas que não acrescente valor ao produto ou serviço. Por exemplo, quando os colaboradores se deslocam entre os postos de trabalho ou fazem trajectos desnecessários. O facto é que qualquer colaborador em movimento entre dois postos de trabalho não produz nada que possa ser entregue ao cliente.

➤ *Muda* de produção de defeitos (não qualidade)

O desperdício associado a defeitos de fabrico inclui todos os custos relacionados com a reparação (*rework*), resposta às queixas dos clientes, custos de inspecção, assim como os custos dos produtos que são descartados devido a defeitos graves. Este desperdício ocorre sempre que um produto não satisfaz as exigências/expectativas do cliente. Quando os defeitos ocorrem com alguma frequência, as inspecções aumentam para detectarem possíveis produtos com defeito, logo os stocks aumentam para compensar peças com defeito, consequentemente os custos dos produtos aumentam e a produtividade diminui.

Posto isto, é necessário em primeiro lugar, ter a noção clara do que são desperdícios e, depois de um grande esforço para conseguir mudar as mentalidades das pessoas envolvidas, procurar que tudo o que se faz ao longo do processo crie valor.

“Tudo o que estamos a fazer é olhar para a linha temporal que se inicia quando o cliente nos faz encomendas até ao momento em que recebemos o dinheiro...e estamos a reduzir esse tempo através da redução dos desperdícios que não acrescentam valor” (Ohno,1988).

○ ***Overall Equipment Effectiveness (OEE)***

Johson e Kaplan (1987) defendem a utilização de indicadores de desempenho não

financeiros para avaliar o desempenho mensal de uma empresa. Estes argumentam que apenas a utilização de indicadores financeiros já não reflecte o desempenho recente da organização. Indicadores não financeiros permitem fixar e prever melhor as metas de rentabilidade de longo prazo da empresa.

Como tal e nesta perspectiva surge uma ferramenta do *Lean Manufacturing*, o *Total Productive Maintenance* (TPM), que é uma metodologia que tem como objectivo melhorar a eficácia e a longevidade das máquinas, promover melhorias nos procedimentos operacionais e na manutenção e desenvolvimentos de processos para evitar problemas futuros. A ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM é o OEE (*overall equipment effectiveness*), este indicador utilizado durante o estágio permite avaliar as reais condições de utilização das máquinas. “(...) *É a única forma de medir a produtividade de um equipamento (ou célula, linha, unidade industrial) que considera todas as perdas associadas a fiabilidade, manutibilidade, cadência, utilização e rendimento. O OEE é também uma metodologia para melhorar a eficiência dos equipamentos e maximizar o valor por estes criados*” (*Lean Consulting*). Este indicador possui como principais vantagens:

- Quantificação de todas as perdas de eficiência;
- A fiabilidade da informação fornecida sobre a capacidade real dos equipamentos;
- Mede as melhorias de produtividade;
- Todas as áreas da fábrica ou até mesmo fábricas diferentes podem uniformizar este como medida de produtividade.

Sobretudo este indicador tem como objectivo indicar qual o caminho a seguir de forma a reduzir as perdas de eficiência. Segundo Nakajima (1989), o OEE é mensurado a partir da estratificação das seis grandes perdas e calculado através do produto dos índices de disponibilidade, velocidade e qualidade. Em baixo está ilustrado como se procede ao cálculo dos três factores necessários para atingir o valor do OEE:

$$(1) \text{FactorDisponibilidade} = \frac{\text{TempoFuncionamento}}{\text{TempoAbertura}} = \frac{\text{TempoAbertura} - \text{PerdasDisponibilidade}}{\text{TempoAbertura}}$$

$$(\text{TempoAbertura} = \text{TempoTeóricoDisponível} - \text{Paragens Programadas})$$

$$(2) \text{ FactorVelocidade} = \frac{\sum_i \text{Pr oduçãoTotal}_i * \text{CicloPadrão}_i}{\text{TempoFuncionamento}} \quad i = \text{produtos}$$

$$(3) \text{ FactorQualidade} = \frac{\text{Pr oduçãoTotal} - \text{Pr oduçãoDefeituosa}}{\text{Pr oduçãoTotal}}$$

O índice de disponibilidade responde à questão: “A máquina está a funcionar?”, o índice de velocidade responde se “A Máquina está a fabricar à velocidade máxima?” e por fim o factor de qualidade responde “A Máquina está a produzir com as especificações certas?”. Então, o OEE é utilizado para averiguar se a máquina está a trabalhar na velocidade e qualidade especificadas no seu projecto e também para identificar as perdas originadas no sistema produtivo como um todo. Este pode ser obtido através da equação:

$$OEE(\%) = F.Disponibilidade * F.Velocidade * F.Qualidade$$

○ 5S - Criar um Ambiente de Qualidade e Produtividade

O “Programa 5S” foi concebido por Kaoru Ishikawa em 1950, no Japão do pós guerra, provavelmente inspirado na necessidade, que havia então, de colocar ordem na grande confusão a que ficou reduzido o país após a sua derrota para as forças aliadas. O programa demonstrou ser tão eficaz enquanto reorganizador das empresas e da própria economia japonesa que, até hoje, é considerado o principal instrumento de gestão da qualidade e produtividade utilizado naquele país.

O “Programa 5S” ganhou este nome devido às iniciais das cinco palavras Japonesas que sintetizam as cinco etapas do programa. Essas palavras e o que cada uma significa são apresentadas abaixo:

- *Seiri* (triagem) – esta etapa consiste em manter no local apenas aquilo que é necessário e adequado à execução das actividades e ao ambiente de trabalho: o que não serve para um sector, pode servir e estar a fazer falta noutro;
- *Seiton* (arrumação) – esta etapa serve para arrumar e ordenar aquilo que permaneceu no sector por ter sido considerado necessário;
- *Seiso* (limpeza) – deixar o local limpo e as máquinas e os equipamentos em perfeito funcionamento;

- *Seiketsu* (normalização) – esta etapa serve para desenvolver a preocupação constante com a higiene no seu sentido mais amplo, tornando o lugar de trabalho saudável e adequado às actividades ali desenvolvidas;
- *Shitsuke* (disciplina) – por fim temos este “S” que tem como objectivo melhorar continuamente. Desenvolver a força de vontade, a criatividade e o senso crítico. Respeitar e cumprir as rotinas estabelecidas.

Com estas cinco iniciativas e cinco acções, é possível transformar o ambiente de trabalho e a atitude dos colaboradores em relação a esse ambiente. Os “5S” é mais do que uma ferramenta administrativa, é uma proposta de reeducação, de recuperação de práticas e valores. Com este, consegue-se melhorar a qualidade de vida dos funcionários, diminuir desperdícios, reduzir custos e aumentar a produtividade nas organizações.

Na Figura 3 está o logotipo usado internamente pela EFACEC AMT, em todo interessante, na divulgação e implementação do Programa 5S.



Figura 3 – Logotipo EFACEC AMT do Programa 5S

○ Sistema *Kanban*

O idealizador do sistema, Taiichi Ohno, observou que no supermercado o cliente pode obter o que é necessário, no momento em que é necessário, na quantidade necessária e que os funcionários do supermercado, portanto, devem garantir que os clientes possam comprar o que precisam em qualquer momento.

O próprio Ohno (1997) afirma: “O processo final (cliente) vai até ao processo inicial

(supermercado) para adquirir as peças necessárias (gêneros) no momento e na quantidade que precisa. O processo inicial imediatamente produz a quantidade recém retirada (reabastecimento das prateleiras)”.

Foi esta a essência do sistema *Kanban* (palavra japonesa que significa "etiqueta" ou "cartão") e assim se extrapolou para as linhas de produção. Nestas, o método *Kanban* (cartão) funciona como uma espécie de encomenda interna dirigida a um posto de trabalho e como guia de remessa quando acompanha o produto resultante dessa encomenda. É legítimo considerar o *Kanban* como uma "ordem de fabrico" que circula permanentemente no fluxo de produção, acompanhando o fluxo dos materiais no sentido de jusante e voltando sozinho para montante logo que os materiais são consumidos.

Assim se torna possível que o ritmo de produção seja determinado pelo ritmo de circulação dos cartões (*Kanban's*), o qual, por sua vez, é determinado pelo ritmo de consumo dos materiais. Um posto de trabalho a montante está dependente do posto de trabalho a jusante. O *Kanban* consiste em sobrepor ao fluxo físico dos materiais um fluxo inverso de informações. Na Figura 4 é possível ver o funcionamento do sistema *Kanban* entre dois postos de trabalho.

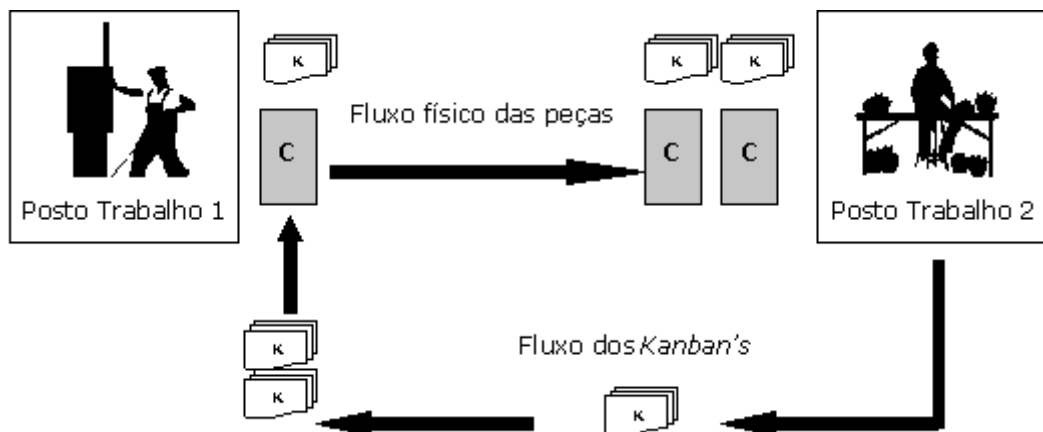


Figura 4 – Exemplo do Funcionamento entre dois postos de trabalho do sistema *Kanban*⁴

Os principais objectivos da implementação de um método *Kanban* são:

- Sincronizar e alinhar a produção e abastecimento entre os diversos departamentos;
- Minimizar as flutuações do stock de fabricação, tendo como meta o stock zero;
- Detecção precoce de problemas de qualidade;

⁴<http://www.cev.pt/servicos/Ginformacao/Kanban.htm>, acedido em 11 Fevereiro de 2008

- *Empowerment* é algo que se pretende atingir, descentralizando a gestão da fábrica e criando condições para as chefias directas desempenharem um papel de gestão efectiva da produção e dos stocks em curso;
- Detecção imediata de *bottlenecks* (gargalos) na produção ou abastecimento;
- Não produzir, nem expedir nenhum produto ou material sem que seja necessário;
- Flexibilidade de programação e de resposta para o cliente.

○ *Single Minute Exchange of Die* (SMED)

Existem várias técnicas de mudança rápida de ferramenta, conhecidas por *Quick Changeover*, entre elas destaca-se a técnica SMED (mudança de ferramenta em menos de 10 minutos – definição original). Esta técnica foi desenvolvida por Shigeo Shingo nos anos 60 a partir de um desafio lançado pela Toyota para reduzir o tempo de mudança de uma ferramenta numa prensa de 1000T que inicialmente necessitava de quatro horas de mudança de ferramenta, conseguiram uma redução para 1,5 h e ainda insatisfeita, a Toyota ambicionava atingir os três minutos (Shingo, 1985, citado por Lopes et al).

A técnica SMED possui cinco etapas elementares para a redução dos tempos de *setup*, sendo elas:

- Fazer o estudo do trabalho de mudança – consiste em identificar e separar as actividades de *setup* internas (que só podem ser feitas com o equipamento parado) de actividades de *setup* externas (que podem ser feitas com o equipamento a funcionar) realizadas no processo de mudança e ajuste da ferramenta.
- Separar trabalho interno do trabalho externo – existem actividades que podem ser executadas antes da máquina parar ou depois da máquina iniciar a produção, pelo que devem ser identificadas.
- Transformar trabalho interno em trabalho externo
- Reduzir o tempo de trabalho interno
- Reduzir o tempo de trabalho externo

A aplicação sistemática destas cinco etapas, apoiada em processos de simplificação e de uniformização de procedimentos de trabalho, levam a reduções significativas dos tempos de *setup*.

3. Processo Produtivo das Resinas

3.1 Introdução

Neste capítulo é descrita a primeira área de intervenção do projecto de estágio. Em primeiro lugar é apresentado o VSM actual da empresa que sintetiza todo o âmbito de aplicação do estágio e de onde se partiu para várias análises ao longo deste relatório. Posteriormente, é descrito o processo produtivo do sector das resinas, é caracterizada a situação actual através da análise e problemas associados e são apresentados os dois indicadores que se pretendem aumentar, nomeadamente o OEE e as peças produzidas. Por fim, encontra-se a solução proposta, testada e implementada bem como os seus resultados.

A primeira fase do projecto de estágio consistiu no *Genchi Genbutsu*, que mais não foi do que estar presente no *Gemba* (centro de trabalho) algumas horas, para perceber o que realmente se passa, tentar absorver e perceber os problemas de perto, ouvir e estar em contacto com os operadores que são os que realmente sabem os processos e sentem os problemas.

3.2 O Value Stream Mapping (VSM)

O VSM é um mapa de valor onde estão presentes todas as actividades que são, neste momento, necessárias para transformar matéria-prima e informação em produto acabado ou serviço. São mapeados todos os fluxos de material e informação recolhidos no *gemba* com dados reais, desde o armazém de produto acabado até ao armazém de matéria-prima, isto no sentido contrário ao percurso dos produtos.

Os símbolos⁵ utilizados no desenho do VSM estão apresentados na Figura 5:

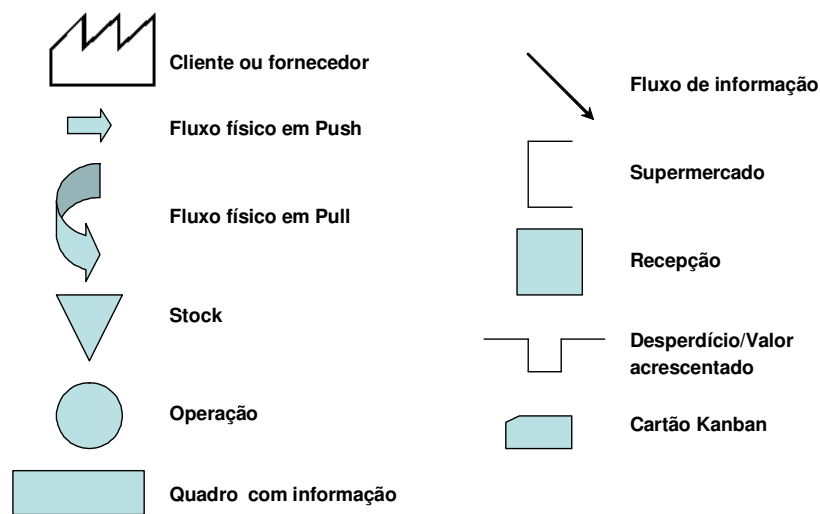


Figura 5 – Símbolos utilizados no VSM

Estes símbolos representam então fluxos de material onde temos as operações e transporte, sendo que as operações são o único momento onde o produto sofre alterações e, portanto, é acrescentado valor, sendo que tudo o resto deve ser simplificado e reduzido. Temos também os símbolos que representam o fluxo de informação, que é uma actividade de suporte, embora não represente nenhum acréscimo directo de valor ao produto é de real importância para a sincronização e coordenação de toda a cadeia produtiva.

⁵Rother & Shook in *Learning to See*

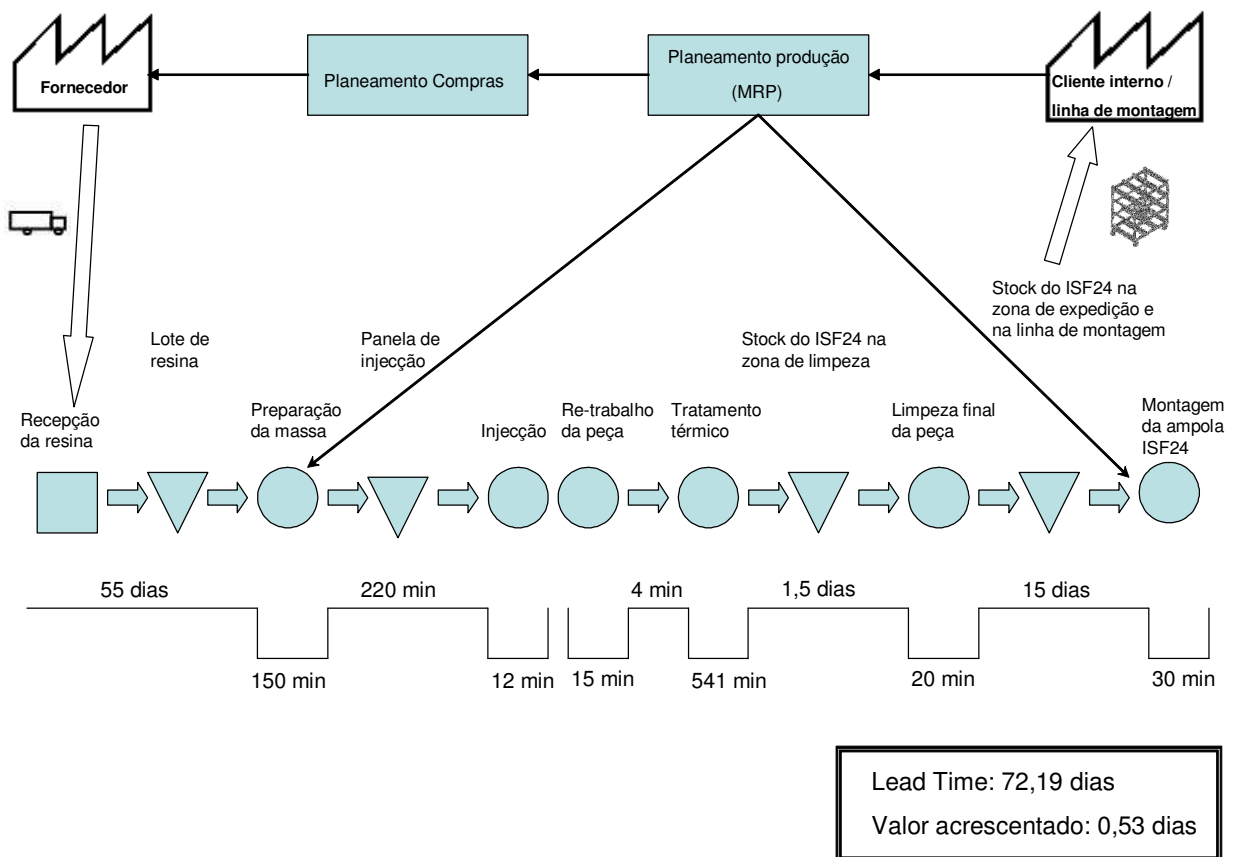


Figura 6 – VSM da situação encontrada na empresa

Na Figura 6 está mapeado o fluxo físico de material e informação de um dos produtos fabricados no sector das resinas, o invólucro superior ISF 24 kV, sendo que os outros produtos têm o processamento similar a este, exceptuando a operação de limpeza final da peça. O mapa de valor apresentado representa o fluxo físico de uma das matérias-primas, a resina, desde que chega à fábrica até ser montado na linha de montagem a jusante do sector das resinas, abrangendo assim todo o âmbito de aplicação do projecto de estágio.

Em termos de fluxo de informação, as ordens de fabrico são emitidas em cada momento para o sector das resinas e para as linhas de montagem a jusante deste sector de modo a tentar nivelar a produção geral. É utilizado um MRP que utiliza como input a entrada das encomendas e calcula as necessidades de produção para cada área da fábrica. Devido aos problemas inerentes à produção como falta de material, falta de operadores, avarias, etc, este modelo falha dando origem a grandes lotes, elevada utilização do espaço disponível e nenhum fluxo. Estamos perante uma organização que funciona em *Push* não estando a produção sincronizada e integrada.

Analisando os dois indicadores apresentados no VSM actual, verificámos um *lead time* muito

elevado de 72 dias desde que a resina chega à fábrica até o produto fabricado no sector das resinas sofrer a primeira operação de montagem na linha a jusante, sendo que o tempo total de operações de valor acrescentado é de 0,53 dias. Logo aqui verifica-se um potencial de melhoria enorme já que todo o tempo extra valor acrescentado é desperdício.

3.3 Descrição do Processo Produtivo das Resinas

Em seguida é apresentado de forma breve o processo produtivo do sector das resinas e sistematizada toda a informação recolhida caracterizando o sector, no ponto de vista dos produtos produzidos, ferramentas, equipamentos e recursos disponíveis. São também apresentadas as cinco fases do processo produtivo das quais resultam os produtos fabricados no sector das resinas que, posteriormente, são incorporados em alguns dos produtos finais da empresa, sendo elas: a preparação de massa, a injeção, o re-trabalho da peça, o tratamento térmico e a limpeza final da peça.

3.3.1 Preparação da Massa

O processo produtivo inicia-se nesta operação de preparação de massa. A mistura é efectuada numa máquina, que é constituída por uma balança, duas placas de preparação de massa e um misturador estático, como se pode verificar na Figura 7.



Figura 7 – Máquina da preparação da mistura (Misturadora)

As matérias-primas usadas na mistura são as seguintes:

- Farinha de silício;
- Araldite / Resina;
- Endurecedor.

A farinha de silício chega à empresa num camião cisterna e é armazenada num silo que se encontra no exterior do sector, enquanto que a resina e o endurecedor estão armazenados na parte exterior do sector das resinas em *big-bags*. A farinha é introduzida na “*Hedrich*” (designação pela qual é conhecida a máquina de mistura) directamente do silo através de uns tubos de ligação. O endurecedor e a resina são introduzidos a partir dos próprios *big bags*.

Existem duas panelas de mistura, uma para o endurecedor e outra para a resina e ambas levam farinha de silício. Contudo a máquina só consegue encher farinha para uma panela de cada vez. São dados dois *inputs* à máquina manualmente, que possui um *software* próprio, a quantidade de resina + farinha e a quantidade de endurecedor + farinha. Esta automaticamente calcula a quantidade de cada matéria-prima respeitando as respectivas proporções mássicas para a mistura final. Dado o endurecedor encher mais rapidamente que a resina, já que é menos viscoso, o enchimento da farinha é efectuado primeiro na panela do endurecedor + farinha, enquanto a resina vai fluindo para a sua panela. Acabando o enchimento da farinha na outra panela, se a quantidade de resina já se encontrar toda na sua panela, inicia-se então o enchimento da farinha para essa panela de mistura. Findo isto, existe um misturador estático onde se efectua a mistura final oriunda das duas panelas de preparação de massa, estando então preparada a massa a injectar.

Na Tabela 1 estão discriminadas as operações que a misturadora realiza até ter a massa preparada para encher as panelas de injeção. É de salientar que o tempo de preparação desta mistura varia muito sob as condições de temperatura e pressão.

Tabela 1 – Sequência de operações realizadas pela misturadora

Operações
Início e purga
Desliga a bomba de vazio e reestabelece a pressão no interior das panelas
Inicia enchimento de resina e endurecedor
Terminou enchimento do endurecedor
Terminou de colocar farinha na panela do endurecedor
Terminou de encher resina e começou a encher farinha
Terminou de meter farinha na panela da resina
Início do assentamento da farinha
Terminou assentamento da farinha e inicia o vazio
Fim do ciclo de vazio

A mistura final é então enchida directamente para as painéis de injecção que depois irão ser ligadas às respectivas máquinas, tal como se pode verificar na Figura 8. Cada painel tem uma capacidade máxima de massa e cada produto tem um consumo diferente desta, originando um número variado de peças por determinada painel. Estas só são possíveis encher quando a misturadora completa o ciclo de preparação de massa acima referido.



Figura 8 – Exemplo do enchimento de uma painel na misturadora

3.3.2 Injecção

O sector possui seis máquinas para injecção, como se pode verificar na Tabela 2, em cada máquina só é possível montar determinados moldes, embora nas máquinas de maiores toneladas possam ser montados quase todos os moldes. Cada máquina apresenta a sua respectiva “banca” de trabalho.

Tabela 2 – Máquinas de injecção

Quant.	Equipamento	Número (código)
1	Máquina de gelificação sobre pressão (5 t) com 1 eixo	1
1	Máquina de gelificação sobre pressão (20 t) com 2 eixos	2
1	Máquina de gelificação sobre pressão (20 t) com 3 eixos	3
2	Máquina de gelificação sobre pressão (32 t) com 3 eixos	4 e 5
1	Máquina de gelificação sobre pressão (64 t) com 3 eixos	6

Cada molde deve estar rigorosamente posicionado, apertado e com as ligações de aquecimento e de controlo de temperatura efectuadas. Após esta situação se verificar, deve ser colocada uma mangueira para ligação entre a painel de injecção e o molde, como ilustrado na Figura 9.



Figura 9 – Exemplo da operação de injecção numa máquina

As operações a executar na injecção são:

- Limpar cuidadosamente resíduos que se encontrem no molde ou nas suas partes amovíveis, caso se apliquem, com a pistola de ar comprimido e um pano;
 - Pulverizar uma camada fina da mistura desmoldante;
 - Montar as inserções metálicas (previamente preparadas), caso existam e as partes amovíveis do molde, caso se apliquem, no molde;
 - Fechar o molde;
- Injectar ar para a panela de injecção e injectar a mistura para o interior do molde, mantendo a pressão do ar durante a injecção para que a gelificação atinja uma consistência satisfatória. Utilizar um valor de pressão conforme definido na ficha de controlo da peça respectiva;
- Desligar a pressão do ar e deixar estabilizar a gelificação durante 1 minuto para permitir a desmoldação;
 - Abrir o molde e desmoldar a peça cuidadosamente de forma a evitar possíveis deformações ou outros danos;

3.3.3 Re-trabalho da Peça

Findo o processo de injecção, é necessário efectuar um re-trabalho da peça que consiste nas seguintes fases:

- Colocar a peça na mesa de trabalho e retirar, caso existam, as partes amovíveis do molde.

- Efectuar a limpeza da peça, retirando resíduos de mistura das inserções com ferramenta apropriada.
- Efectuar o autocontrolo das peças.
- Colocar conformadores, caso existam, para que não haja deformação da peça no tratamento térmico.
- Transportar a peça para a estufa.

3.3.4 Tratamento Térmico

O sector era possuidor de duas estufas de dimensões maiores e uma estufa pequena. O ciclo de tratamento térmico é efectuado para eliminar possíveis tensões térmicas evitando assim deformações ou mesmo fracturas nas peças. Este era realizado conforme mostra a figura no anexo D. Só era possível introduzir peças na estufa até serem atingidas quatro horas e trinta minutos desde o momento em que esta era ligada, sendo que nas restantes cinco horas não se podia abrir a estufa. Findo este ciclo de nove horas e trinta minutos as peças eram retiradas da estufa e dos respectivos conformadores (nas que se aplicava). Existiam horários afixados em cada uma das estufas de modo a conjugar o seu funcionamento.

3.3.5 Limpeza Final da Peça (acabamento)

Existem dois produtos, sendo estes os de maior procura, que ainda necessitam de um acabamento final após saírem da estufa. Este acabamento consiste em eliminar possíveis resíduos nos locais de união do molde com uma ferramenta cortante de forma a evitar riscos ou outras deteriorações. As peças devem ser limpas com percloroetileno e um pano limpo, se necessário.

3.4 Caracterização da Situação Actual e Objectivos

Como foi apresentado em cima, o sector possui seis máquinas para injecção. As máquinas 4, 5 e 6 trabalham 24h por dia com três turnos, uma pessoa por turno para cada máquina respectivamente. No que concerne às máquinas 1, 2 ou 3, apenas existe um operador para estas, sendo que as máquinas só trabalham um turno por dia. Restam dois operadores para efectuarem a limpeza final de dois produtos que necessitam desta, sendo eles o invólucro superior ISF 24 kV e o invólucro inferior ISF 24 kV, oriundos das máquinas 4 e 5 respectivamente. O turno da manhã e da tarde nas máquinas 4 e 5 é rotativo. Assim, o número de colaboradores no sector é 12 mais o chefe de equipa.

Actualmente são produzidos dezoito produtos diferentes embora alguns tenham variantes.

Existem então dezoito moldes, um para cada produto. Quando existe variantes no produto, torna-se necessário efectuar pequenas alterações no molde, mais propriamente na parte interior deste.

Ao longo do relatório vai ser dada especial ênfase nos produtos produzidos nas máquinas 4, 5 e 6 já que, após uma análise do tipo ABC baseada na procura anual dos produtos, foram criados três níveis de prioridades distintos na gestão destes, tal como se pode verificar no anexo E. Após seleccionados os produtos A, B e C verificou-se que grande parte dos produtos A são produzidos nestas máquinas, daí também existirem três turnos, sendo que a máquina 4 e 6 estão mesmo dedicadas à produção do invólucro superior 24 kV e os invólucros 36 kV (inferior e superior) respectivamente.

O objectivo inicialmente proposto pela empresa foi de 80% para o valor do OEE, este foi o principal indicador usado como forma de medir o aumento de produtividade nas máquinas e por consequência o grau de implementação e sucesso do projecto *Lean Manufacturing* implementado. Outro objectivo estabelecido foi o aumento do número de peças produzidas.

3.4.1 Análise e Problemas Associados

Dado o potencial de melhoria detectado no VSM da situação encontrada na empresa, realizou-se um acompanhamento à misturadora e aos três turnos na máquina seis, dado esta ser uma das máquinas críticas e dedicada à produção de dois produtos A, de modo a obter uma fotografia do funcionamento do sector e assim extrapolar para as outras máquinas, coordenando e sincronizando com as estufas e a misturadora.

Na Figura 10 foi analisado todo o percurso dos três operadores ao longo do seu horário de trabalho, juntamente com a máquina de injecção e a de preparação de massa. A análise encontra-se sintetizada no anexo F.

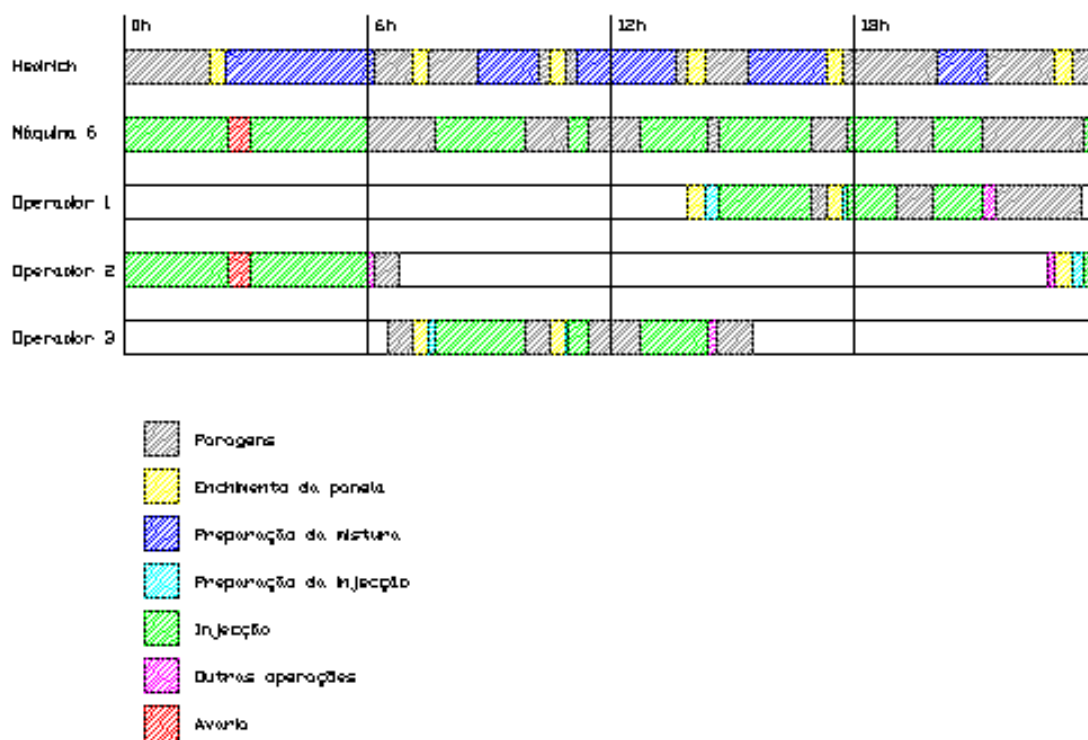


Figura 10 – Representação gráfica da situação encontrada na empresa na máquina 6

Foram também efectuados estudos ao tempo de ciclo de cada peça de modo a chegar ao tempo desperdiçado aquando da presença da panela de injeção na máquina, dado esta poder injectar e não estar a ser solicitada. Verificou-se então que o operador um desperdiça 6,30% do tempo de injeção, o dois 34,16% e, por fim, o operador três 15,97%. Além deste item presente nas Tabelas do anexo F, temos a preparação da injeção que é o tempo que estes demoram a trocar a tampa da panela, o tempo de enchimento da panela que inclui o tempo que estes demoram a encher a panela e o tempo de espera que a massa esteja preparada. Para finalizar, a paragem é o tempo que estes estão inactivos, que ronda os 40% do tempo útil de produção.

Isto acontece, porque os operadores têm definido um número de peças a produzir no seu horário, número esse que fica muita abaixo da produtividade possível de atingir, o que origina elevadíssimos períodos de inactividade. Estes só injectam duas panelas por turno e apenas enchem outra panela se a misturadora tiver massa preparada e a panela que estão a injectar acabar. A misturadora é colocada a preparar massa sem qualquer regra definida, os operadores apenas espreitam para as panelas de mistura e colocam a preparar as quantidades que lhes parecem correctas, o que origina também períodos de inactividade, uma vez que só é possível encher as panelas de injeção quando o ciclo de preparação de massa estiver concluído.

Verifiquei também que nunca deixam uma panela ligada à máquina para o operador que entra no turno a seguir continuar a injectar. Ainda paravam de injectar para ir descarregar as estufas e no fim de cada turno limpam o seu posto de trabalho e a panela de injeção utilizada.

3.4.2 Indicadores

Conforme apresentado anteriormente, como forma de medir a eficiência operacional e a produtividade de um equipamento, neste caso a máquina 6, foi elaborada uma base de dados onde se introduz todos os *inputs* necessários para o cálculo do OEE. No sector das resinas foi implementada uma folha para o registo semanal das variáveis necessárias ao cálculo deste indicador, pois esta foi a forma encontrada para a colecta de dados, como se pode verificar no anexo G. É de salientar que todas as semanas a base de dados é actualizada.

Foi efectuada uma primeira análise no mês de Setembro que é em tudo extrapolável e semelhante ao que se passou nos meses seguintes, até serem implementadas as melhorias e as novas instruções operacionais, como apresentado nas Tabelas 3, 4 e 5. Todos os turnos têm duas paragens programadas de 10 minutos, o turno da noite e da tarde tem 30 minutos para jantar e o turno da manhã 45 minutos. Resultando assim um tempo de abertura, que é o tempo teórico disponível subtraído das paragens programadas apresentadas. O tempo de abertura do turno da noite é de 385 minutos, o da tarde é de 455 minutos, por fim, o tempo de abertura do turno da manhã é de 435 minutos.

Tabela 3 – Motivos das perdas de disponibilidade

Perdas de disponibilidade	
<u>Motivo</u>	<u>Tempo total</u>
Enchimento de panela	800min
Descarregamento das estufas	765min
Avaria da misturadora	450min
Limpeza de molde	460min
Avaria de prensa de injeção	120min
Mudança de molde	120min
Avaria do molde	60min
Total	46,25h

Tabela 4 – Ciclo padrão e produção total e defeituosa

Produção			
Produto	Ciclo padrão	Qtd total	Qtd defeituosa
ISF36 inferior	22min	60	3
ISF36 superior	22min	108	4

Tabela 5 – Cálculo do OEE

Síntese	
Tempo de abertura total (soma dos tempos de abertura dos turnos analisados)	127,5h
Tempo de funcionamento (tempo de abertura total – perdas de disponibilidade)	81,3h
Factor disponibilidade (1)	64%
Factor velocidade (2)	76%
Factor qualidade (3)	96%
OEE	46%

Como apresentado em cima e através da folha de recolha de dados para o cálculo do OEE implementada no terreno, foi possível chegar ao valor de 46% para o mesmo. Este valor foi encontrado num estudo realizado de 11 a 19 de Setembro. Segundo Nakajima (1989) as empresas devem ambicionar como meta ideal para os seus equipamentos um OEE de 85%, sendo que a empresa estabeleceu como objectivo um OEE de 80%.

O principal índice a atacar para determinar as prioridades de melhoria é o factor de disponibilidade que está nos 64%, o que se deve ao facto das várias paragens que a máquina foi sujeita pelos motivos apresentados anteriormente. Descoberta então a origem das perdas foi necessário encontrar soluções e acções de melhoria para eliminar e/ou atenuar as mesmas.

As prioridades de melhoria a atacar dizem respeito ao descarregamento das estufas em que os operadores param de injectar para efectuar esta operação. As peças têm de ser retiradas dos

respectivos conformadores e colocadas em carros, já que não podem ser colocadas quentes no chão. Além desta função, os carros também servem para efectuar o transporte das peças para a linha a jusante, pois estas são pesadas e requerem sempre dois operadores para o seu manuseamento. Esta operação tornava-se morosa porque muitas vezes não tinham carros livres para o armazenamento das peças ou estes não se encontravam nos locais certos. Então, esta situação requeria a procura dos mesmos na linha a jusante, ou descarregar peças dos carros cheios para o chão, de modo a poder colocar as peças saídas da estufa nestes.

O enchimento da panela também foi uma perda identificada e as causas para que isto aconteça devem-se sobretudo a uma má coordenação da Misturadora com a injeção na máquina. Observe-se que os operadores não colocam a Misturadora a preparar massa em sincronia com a injeção, de modo a que quando a panela de injeção termina, estes já tivessem outra junto à máquina para trocarem rapidamente de uma panela por outra e assim não perderem tempo de injeção. Ao invés, estes perdem demasiado tempo à espera que a preparação da mistura esteja concluída para poderem encher a sua panela. Os operadores só vão encher a panela de injeção quando a acabam de injectar e além deste tempo de enchimento têm, muitas vezes, que esperar que a mistura esteja preparada para procederem ao enchimento.

Relativamente à terceira origem das perdas de disponibilidade da máquina, estão as avarias da máquina de preparação de massa, na medida em que sem esta não há a mistura para injectar. Aqui foi efectuada uma folha para recolha de dados, presente no anexo H, destinada aos operadores do sector e à manutenção, com o objectivo de discriminar quais são e os tipos de avaria que acontecem, qual a sua periodicidade de ocorrência, o tempo de intervenção até esta estar novamente operacional aquando da manutenção “curativa” efectuada, de forma a tentar desenvolver um plano de manutenção para a mesma. Ainda não foram obtidos dados suficientes para elaborar um possível plano de manutenção.

As restantes paragens da máquina podem considerar-se normais, já que a limpeza do molde tem que ser efectuada numa periodicidade média de um turno por semana e as avarias foram pontuais e de rápida solução. No que respeita à mudança de molde, esta máquina não é um bom exemplo, já que está dedicada à produção de dois produtos e só difere a parte traseira do molde de um produto para outro. Contudo esta perda é enorme nas restantes cinco máquinas e vai ser alvo de um capítulo mais à frente.

O outro indicador também utilizado ao longo do projecto de estágio foi o número de peças produzidas, visto haver uma pretensão em aumentar as mesmas. Na tabela 6 é possível ver o

número de peças produzidas nas máquinas 4, 5 e 6 nos invólucros ISF 36 e 24 kV, dado serem o alvo principal de intervenção.

Tabela 6 – Número de peças produzidas actualmente por dia

Máquinas		Produção actual (N.º peças)
4	Invol.Superior ISF24	48
5	Invol.Inferior ISF24	60
6	Invol.Inferior ISF36	30
	Invol.Superior ISF36	36

3.5 Solução Proposta

Após a constatação e análise destes factos na máquina 6, é possível extrapolar tudo o que foi constatado para as máquinas 4 e 5 do sector. Nesta medida, foi proposta uma nova solução, conforme ilustra a Figura 11, na qual se sincroniza a misturadora com as máquinas e as estufas.

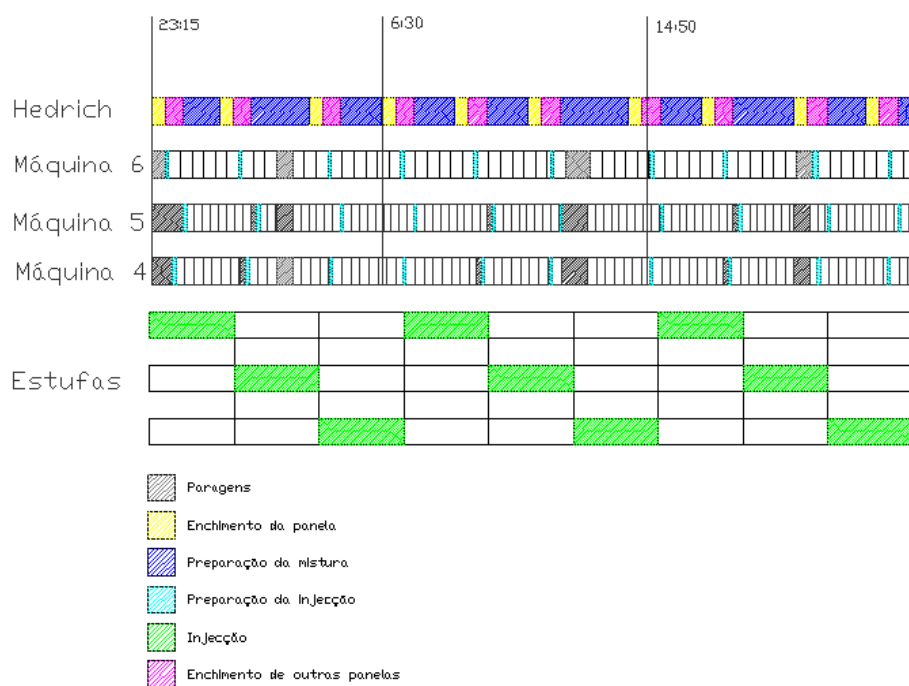


Figura 11 – Representação gráfica da situação proposta

Surge aqui a introdução de uma nova estufa. A empresa já tinha previsto a aquisição de uma estufa com o intuito de não haver restrições de capacidade no tratamento térmico efectuada nesta. Na solução proposta anteriormente, tentou-se resolver muitos dos problemas levantados com vista a um aumento do número de peças produzidas e do OEE (principais indicadores usados).

A análise à situação actual foi só efectuada na máquina 6, como referi anteriormente, pelo que na solução proposta já foram introduzidas as máquinas 4 e 5 dado estas trabalharem 24 horas por dia também. Quanto às máquinas 1, 2 e 3 apenas trabalha uma delas e um turno por dia. Esta inclusão visa sincronizar a misturadora e as estufas com a produção das três máquinas, de modo a não haver falta de massa e de espaço nas estufas. Convém realçar que, ao longo do relatório, vai ser dada especial ênfase aos invólucros ISF 24 superior e inferior, produzidos na máquina 4 e 5 respectivamente, e os invólucros ISF 36 superior e inferior produzidos na máquina 6. Estes são os produtos com maior procura nas linhas a jusante, os que gastam mais massa, os que ocupam mais espaço na estufa, os produtos onde é de primordial importância aumentar o número de peças produzidas e os que têm o respectivo molde montado mais tempo, sendo que a máquina 4 e 6 é mesmo dedicada à produção exclusiva destes. Logo, são uma amostra bastante representativa do que se passa no sector e o que se pretendia implementar. Como tal, só me vou referir a estes daqui para a frente.

Tentou-se então eliminar alguns dos desperdícios encontrados na análise efectuada, acabando com alguns dos factores que motivavam as paragens.

A primeira acção a propor foi terminar com o objectivo fixo por turno do número de peças a produzir de cada produto. Na situação encontrada havia muitas ineficiências, falta de sincronismo entre as várias operações do processo produtivo e falta de entre-ajuda entre os operadores, o que originava algum tempo de inactividade oculto. Conforme se tem vindo a apresentar, verifica-se uma elevada percentagem de tempo a ganhar, pelo que, após análises efectuadas e proposta uma solução, foi estabelecido um novo objectivo de peças a produzir por turno.

Com base neste novo objectivo, foram efectuadas várias análises à misturadora de modo a perceber o seu funcionamento e o tempo que demora a preparar massa. Este tempo varia principalmente com as quantidades a preparar de massa, com a temperatura ambiente do sector e com o ciclo de vazio que esta efectua. De acordo com esses estudos tentou-se generalizar uma regra que, conjuntamente com o consumo de massa por parte de cada panela,

fosse possível definir a quantidade a preparar de massa.

O número de peças por panela foi definido inicialmente para a máquina 6, já que esta é a que consome mais massa e na qual o tempo de ciclo do artigo produzido é maior, logo havia todo o interesse em aproveitar a panela ao máximo. A partir desta foi definido um ciclo de injeção que ditou todo o planeamento do sector. Foi a partir do tempo deste ciclo de injeção que foi definido o número de peças a injectar na máquina 4 e 5, de acordo com o tempo de ciclo de cada produto.

Outro dos paradigmas a acabar no sector era que cada operador só ia encher a panela quando esta acabasse, existindo aqui outro desperdício de tempo, que era o tempo de enchimento da panela. Agora o operador quando colocar a injectar a penúltima peça, coloca outra panela a encher e enquanto injecta a última peça vai buscar a panela para junto da máquina. Após retirar a última peça do molde efectua logo a troca de panelas na máquina, trocando a tampa de uma panela para outra e rapidamente está a injectar outra peça. Esta nova acção permitiu também utilizar as panelas que estavam inactivas no sector. Como pressuposto para isto funcionar era necessário a misturadora ter massa preparada e pronta a encher as panelas, como tal, foram definidos, de acordo com os estudos efectuados e com o tempo do ciclo de injeção, as quantidades a preparar de massa de modo a esta nunca faltar e a respeitar o tempo do ciclo de injeção.

Conforme mostra a Figura 12 foram definidos dois ciclos de preparação de massa distintos, num prepara-se entre 150 a 180 Kg e no outro entre 230 a 260 Kg, sendo que o último ciclo é efectuado só quando os operadores vão almoçar ou jantar de modo a aproveitar esse tempo para preparar mais um pouco de massa para esta não faltar. Agora a misturadora passa a ser colocada a preparar a mistura quando for cheia a última panela, pelo que todos os operadores devem saber trabalhar com esta, de modo a não haver atrasos na preparação de massa e no enchimento da panela, já que muitas vezes uns operadores estavam dependentes de outros por não saberem trabalhar com esta máquina.

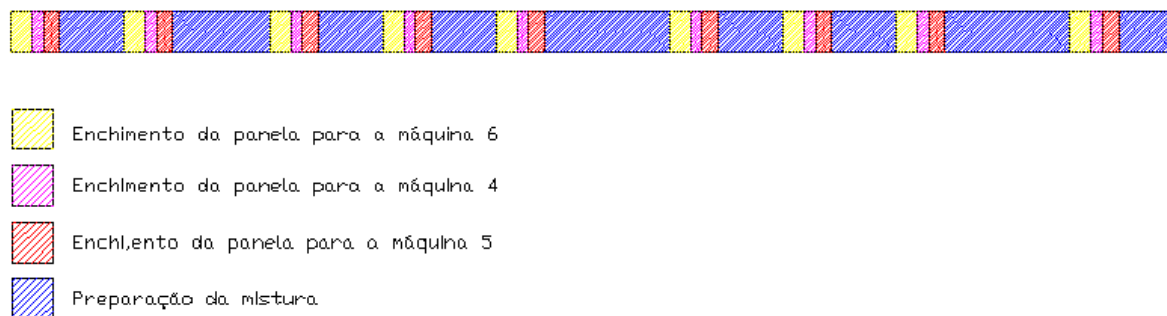


Figura 12 – Representação gráfica do funcionamento futuro da Misturadora

Outras das acções de melhoria a implementar diz respeito à manutenção da panela de um turno para outro, se esta possuir ainda massa para injectar, já que os operadores nunca continuavam com a panela do turno anterior e nunca enchiam a panela para o operador que entrasse a seguir, pelo que este é outro desperdício a eliminar. Então os operadores devem aquando da entrada do turno seguinte dar a informação de quantas peças falta injectar na panela e quais as condições de injeção e, quando for caso disso, já ter a panela cheia ou a encher. Todos devem respeitar e ter bem ciente que isto é um ciclo contínuo de injeção ao longo do dia.

Foram também introduzidas melhorias nas duas estufas de dimensões maiores já existentes e implementada a nova estufa, alterando o ciclo de tratamento térmico destas, de modo a ser possível ter sempre uma estufa disponível para colocar as peças produzidas no ciclo de injeção definido e a não haver falta de capacidade. Foi introduzido um sistema de semáforos nas três estufas de dimensões maiores de modo aos operadores saberem em que fase se encontra o tratamento térmico e sincronizar o funcionamento destas. Nesta medida, o sinal verde indica que se pode colocar peças na estufa, como se pode ver na Figura 13, sendo que importa referir que este ciclo passou de 4,5h para 3h; o sinal vermelho indica que a estufa se encontra na fase de tratamento térmico e aqui passou-se de 5h para 4,3h; por fim, o sinal amarelo indica que se pode descarregar a estufa. No anexo I encontra-se o novo gráfico de tratamento térmico e as instruções de funcionamento destas.



Figura 13 – Exemplo de uma das estufas com o semáforo verde ligado

Esta foi a forma encontrada para eliminar os horários que anteriormente existiam afixados nestas e o tempo que os operadores desperdiçavam a ver no painel de controlo em que fase estava o tratamento térmico das mesmas, sendo que agora com uma leitura visual e à distância obtêm logo a informação e sabem a que estufa se dirigir. As estufas também ficaram mais automatizadas sendo que a única operação que os operadores têm de efectuar é ligar a estufa seguinte logo que a anterior fique com o sinal vermelho. Isto garante a sincronização e a coordenação entre as três estufas e o processo produtivo. Antes, estes tinham que fornecer vários *inputs* às estufas manualmente, para estas efectuarem o tratamento térmico.

Outra das perdas de tempo detectadas e que se tentou resolver é o descarregamento das estufas. Cada estufa tem definidos quarenta minutos para se proceder ao seu descarregamento e este tempo foi dado de forma aos operadores se coordenarem e dois a dois irem descarregando a estufa enquanto as respectivas máquinas injectam, o importante é não deixar de injectar para descarregar as estufas. Outra acção para eliminar este tempo é ter sempre carros disponíveis e em locais definidos para colocar as peças, este assunto vai ser algo de análise mais à frente.

Depois de analisada a situação actual e propor uma solução para acabar com grande parte das perdas detectadas, desenhei o VSM futuro que sintetiza os principais objectivos a atingir com o projecto. Passa-se de um modelo *Push* para o *Pull*, implementa-se o *Kanban* Interno entre os sectores da empresa que consomem os produtos fabricados no sector das resinas, o *Kanban* com o exterior e o armazém da empresa para componentes que fazem parte dos produtos

fabricados, cria-se supermercados, simplifica-se o fluxo de informação e cria-se um novo método de trabalho.

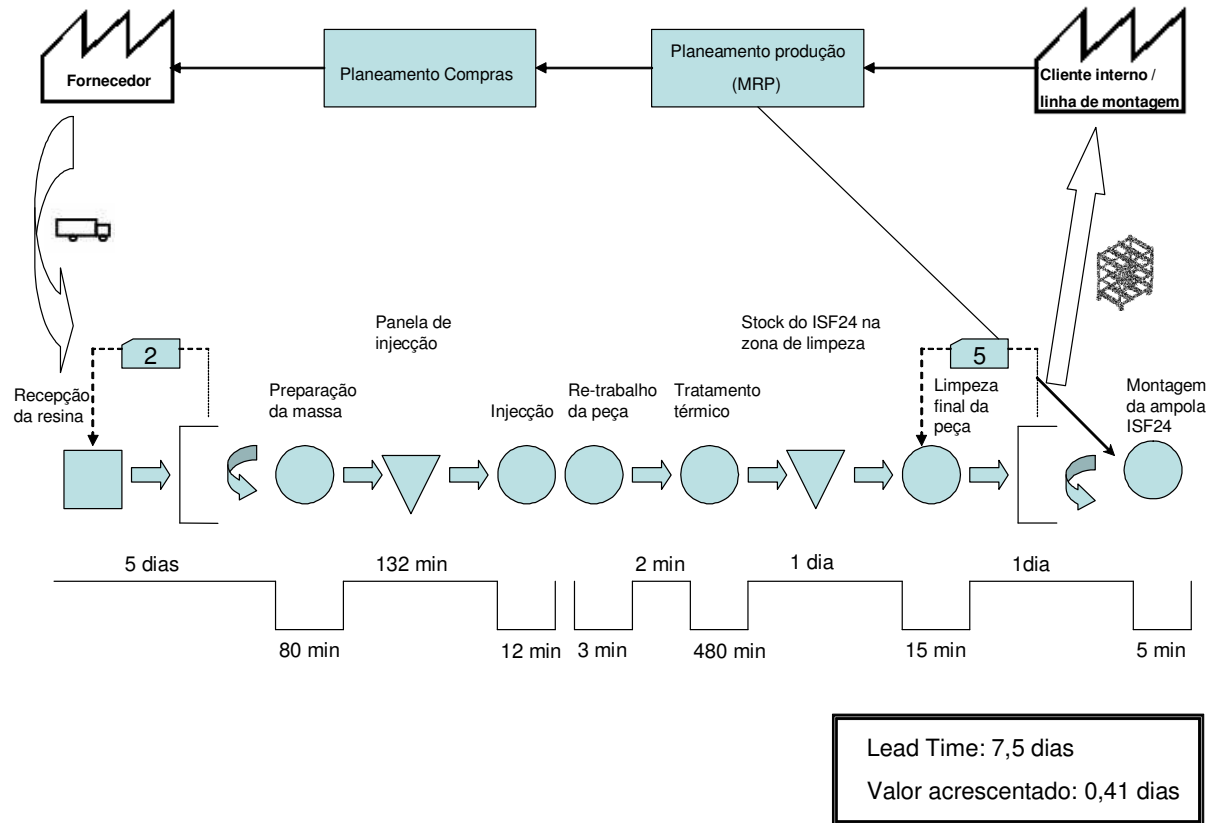


Figura 14 – VSM futuro proposto

Foi possível ganhar 0,12 dias o que corresponde a quase 3 horas nas operações de valor acrescentado, reduzindo as perdas ao implementar as acções de melhoria em cima referidas no que diz respeito às principais operações como a preparação de massa, a injecção e o tratamento térmico.

Na Tabela 7 apresento o número de peças que era produzido e o que com a nova solução anteriormente proposta é possível atingir no total dos três turnos, nos produtos A produzidos nas máquinas 4, 5 e 6 e onde incide a nossa análise, em tudo extrapolável aos restantes 14 produtos.

Tabela 7 – Número de peças possíveis de produzir por dia com a nova solução

Máquinas		Produção actual (N.º peças)	Produção possível de atingir	% de acréscimo de número de peças produzidas
4	Invol.Superior ISF24	48	65	35%
5	Invol.Inferior ISF24	60	74	23%
6	Invol.Inferior ISF36	30	47	56%
	Invol.Superior ISF36	36	56	55%

3.6 Teste e Implementação da Solução

Após determinadas as prioridades de melhoria e encontradas as soluções para grande parte das perdas detectadas, passou-se ao teste da solução, fez-se um *trystorming* num turno para averiguar se realmente era possível implementar esta solução. Acompanhou-se então um turno na íntegra como forma de testar a solução e verifiquei que tal era possível de implementar. Foi possível aumentar o número de peças produzidas por turno, embora não se alcançasse o objectivo proposto, uma vez que verifiquei uma resistência natural à mudança, pois não se muda a cultura e os paradigmas de um sector de um dia para o outro. No final, mesmo com a resistência à mudança de velhos hábitos, foi possível concluir que a solução proposta estava correcta e era passível de ser implementada e os objectivos propostos eram possíveis de atingir.

Posto isto, foi realizada uma reunião com os principais responsáveis onde o novo método de trabalho foi aprovado e passou-se à realização de um documento interno com as novas instruções operacionais para afixar no sector de forma a todos os operadores saberem como é o seu novo método de trabalho. No anexo J é possível visualizar as novas instruções operacionais.

Posteriormente à aprovação deste documento interno, foi definida uma data para implementação e formação do novo método aos operadores, onde se acompanhou a produção de três turnos seguidos, tendo sido a formação da minha responsabilidade e do chefe de equipa do sector.

Até esta fase sempre houve cooperação e colaboração dos operadores, sempre existiu um ambiente de confiança onde eles partilhavam o seu conhecimento e davam ideias, foram efectuadas também várias reuniões com todos de forma a dar incentivo à criação e à comunicação, onde eles também decidiam e eram informados dos objectivos e do que se iria realizar.

“Um ambiente onde as pessoas têm de pensar traz consigo a sabedoria e essa sabedoria traz junto o Kaizen” - Minorca

Contudo, já algumas questões culturais tinham emergido ao longo deste inter-relacionamento e todas apareceram aquando da formação e implementação do novo método. Frases como: “O que é que eu ganho com isso”, “Sempre trabalhamos assim”, “Não é minha responsabilidade”, entre outras, surgiram e foram bem demonstrativas que iria ser difícil vencer a resistência à mudança, era necessário alterar valores e hábitos, fazer os trabalhadores pensar de forma diferente, mudar o comportamento do dia-a-dia como forma de alcançar uma cultura que favoreça a mudança.

Surgiram alguns atritos e algumas reuniões foram realizadas com a gestão de topo de forma a tentar solucionar este problema e o apoio e envolvimento da gestão foi crucial para instalar uma nova cultura e motivar os operadores a seguirem o novo método de trabalho.

Contudo a implementação ficou em *stand by* já que com a chegada do Inverno apareceu um problema operacional na misturadora com a descida das temperaturas o endurecedor e a resina presentes nos *big bags* (recipientes de plástico) ficaram mais viscosos e passaram a demorar mais tempo a fluir para as respectivas painéis de mistura, o acréscimo de tempo desta operação não garantia que a massa estivesse preparada a tempo de garantir o próximo ciclo de injecção pelo que ocorriam atrasos no enchimento das painéis e consequentemente na injecção. Foram então efectuados mais alguns estudos ao ciclo de preparação de massa, de forma a averiguar as diferenças de tempo e tentar solucionar o problema. No anexo L é possível ver o *template* usado para esses estudos. A solução passou pela compra de dois reservatórios com isolamento térmico onde fosse possível ter e manter uma temperatura de modo à resina e o endurecedor fiquem menos viscosos e assim fluírem mais rapidamente. Com a ajuda da engenharia foi efectuado o projecto destes reservatórios, tendo obtido a posterior aprovação da direcção para este investimento.

Paralelamente a isto também foi melhorada a área de trabalho com a aquisição de umas

bancas novas de trabalho, onde os operadores efectuem o re-trabalho da peça acabada de sair do molde para as respectivas seis máquinas onde se definiu uma localização fixa para as ferramentas comuns de trabalho, tal como mostra a Figura 15. Adquiriu-se também alguns conformadores novos para colocar as peças nas estufas. Todos estes investimentos proporcionaram melhorias visíveis em termos das condições de trabalho.



Antes



Depois

Figura 15 – Comparação entre as bancas anteriores e actuais

Foi decidido só implementar o novo procedimento quando todas as condições estivessem reunidas para o efectuar de forma definitiva e com êxito. Os reservatórios demoraram algum tempo a ser produzidos e montados na misturadora pelo que neste período, além das melhorias nas condições de trabalho apresentadas em cima, atacou-se os tempos de *setup* de mudança de moldes, o abastecimento de materiais normalizado oriundos dos fornecedores e armazém através do sistema *Kanban* electrónico, dimensionou-se os lotes de fabrico e sincronizou-se com as linhas a jusante, criou-se um *buffer* de peças acabadas e libertou-se e definiu-se os espaços a ter nas linhas a jusante de forma a implementar o *Kanban* interno. Nos capítulos a seguir vou desenvolver em pormenor estes itens.

3.7 Conclusões e Resultados Obtidos

Após estar tudo como o planeado e ambas as partes, mão-de-obra directa e indirecta, a partilhar e cooperar numa relação *Win-Win* para atingir os objectivos propostos, o novo método foi implementado com êxito, e os resultados atingidos figuram na Tabela 8.

Tabela 8 – Resultados obtidos com a implementação do novo procedimento

Máquinas		Produção anterior (N.º peças)	Produção conseguida (N.º peças)	% de acréscimo de número de peças produzidas
4	Invol.Superior ISF24	48	59	22%
5	Invol.Inferior ISF24	60	68	13%
6	Invol.Inferior ISF36	30	42	40%
	Invol.Superior ISF36	36	51	41%

Foi atingido um aumento substancial de produção que permitiu atingir o OEE de 79%. No entanto, os números previstos inicialmente mostram que ainda existe margem de melhoria. Atente na máquina 6, conseguiu-se aumentar o número de peças produzidas em cerca de 40% e mesmo na máquina 5, onde a melhoria foi menor, houve um acréscimo de 13% nas peças produzidas. Estes resultados são em tudo extrapoláveis aos outros produtos.

Em termos do OEE, melhoria da eficiência operacional na máquina 6, também se continuou a calcular este de modo a avaliar a eficácia das melhorias implementadas, actualizando todos os dias a base de dados criada. A análise apresentada a seguir nas Tabelas 9, 10 e 11 diz respeito ao período de 11 de Fevereiro a 22 de Fevereiro, período em que o novo método já estava em vigor e implementado.

Tabela 9 - Motivos das perdas de disponibilidade

Perdas de Disponibilidade	
<u>Motivo</u>	<u>Tempo total</u>
Limpeza do molde	960min
Mudança de molde	120min
Total	18h

Tabela 10 - Ciclo padrão e produção total e defeituosa

Produção			
Produto	Ciclo padrão	Qtd total	Qtd defeituosa
ISF36 inferior	22	140	3
ISF36 superior	22	170	4

Tabela 11 - Cálculo do OEE

Síntese	
Tempo de abertura total (soma dos tempos de abertura dos turnos analisados)	140h
Tempo de funcionamento (tempo de abertura total – perdas de disponibilidade)	122h
Factor disponibilidade (1)	87%
Factor velocidade (2)	93%
Factor qualidade (3)	98%
OEE	79%

O objectivo inicialmente proposto pela empresa foi de 80% para o valor do OEE, pelo que se conseguiu atingir os 79%, logo conseguiu-se aumentar a produtividade desta máquina em 33%. As perdas aqui presentes, são paragens obrigatórias do equipamento para limpeza e mudança do molde. É de salientar que muitos desperdícios de tempo como o descarregamento das estufas, o enchimento da panela, a espera pela preparação de massa, foram completamente eliminados. Os valores apresentados dizem respeito apenas ao turno da noite e da tarde, já que o operador do turno da manhã foi alocado momentaneamente a outra área da empresa. Com este aumento substancial de peças produzidas já não foi necessário ter três turnos a trabalhar, pelos menos para já, dado a linha a jusante ainda não ter a necessidade de toda a produção do sector das resinas.

4. Dimensionamento dos Lotes de Fabrico, Sincronização com as Linhas a Jusante e Abastecimento de Materiais

4.1 Situação Inicial, Problemas Associados e Objectivos

Conforme apresentado no VSM actual (na Figura 6), o MRP é que dá a informação das necessidades de compra e fabrico dos artigos que vão constituir o produto final da empresa, sendo que estas necessidades são calculadas a partir da lista de materiais do produto final e são emitidas ordens de produção para cada área da fábrica. No caso do sector das resinas, que alimenta muitas áreas da fábrica, esta é a única parte da fábrica onde existe fabrico, sendo a restante área fabril só montagem. São efectuadas ordens de fabrico depois de verificado pelo MRP se o stock existente permite responder às necessidades planeadas. Caso não sejam, as ordens de fabrico são lançadas de acordo com o prazo de encomenda de determinado projecto e do tempo de entrega determinado pelo tempo das gamas operatórias. Estes artigos fabricados são subcomponentes principais de muitos dos produtos finais montados na empresa, pelo que a ordem de fabrico é para stock e a produção em série é uma realidade.

Olhando para o VSM proposto como solução futura (na Figura 14), o fluxo de informação aparece muito mais simplificado e acelerado, pelo que o que se pretende fazer é que o material consumido a jusante origine as necessidades de produção a montante. A informação vai ser transmitida através do sistema *Kanban* e de gestão visual. Futuramente, apenas vai ser necessário emitir ordens de produção para a linha a jusante do sector, sendo o material puxado à medida que é necessário, no momento certo e na quantidade exacta. Pode dizer-se que o consumo é que vai passar a originar as ordens de produção.

A gestão efectuada anteriormente originava inúmeros problemas, como sejam: elevados stocks, muito espaço ocupado, material espalhado pela fábrica por falta de local para o colocar e por não haver locais definidos e material parado. Há ainda elevadas perdas de tempo à procura de carros para colocar as peças saídas das estufas, falta de carros, é necessário descarregar carros e voltar a carregá-los para transportar as peças para a linha a jusante,

materiais a terem que dar entrada em armazém, serem armazenados e só depois serem aviados para a linha a jusante. Além dos custos de armazenamento elevados com este processo, tem o tempo perdido com o tratamento da informação e o transporte do material.

Estes foram muitos dos problemas detectados em termos do fluxo da logística interna e da sincronização entre o sector das resinas e as linhas a jusante.

Como tal para solucionar estes problemas comecei pelos quatro produtos A que têm vindo a ser analisados e que são de primordial importância para a empresa terem um funcionamento correcto, já que, para além da maior procura, necessitam de carros para serem colocados quando saídos da estufa e para serem transportados para a linha a jusante, sendo que uma boa sincronização entre o sector e as linhas a jusante é de elevada importância.

Existem no sector dezoito artigos que são incorporados no molde e que, após a injeção e desmoldação da peça, fazem parte integrante do produto final. Estes artigos podem ser fornecidos pelo armazém ou directamente do fornecedor, a gestão destes stocks era realizada pelo sistema MRP que balanceava as necessidades com o stock disponível e a partir desta informação o ERP da empresa efectuava sugestões de ordem de compra que eram analisadas e confirmadas pela área de planeamento. Pretendia-se então implementar um sistema de reposição de material ao sector através do método *Kanban* electrónico já existente na empresa, em que as ordens de compra são geradas e seguem automaticamente para o fornecedor, conseguindo assim um fluxo de material sincronizado de acordo com as suas necessidades, no momento certo e na quantidade exacta.

4.2 Solução Proposta e Implementada

De forma a organizar a logística interna, tornou-se imperativo normalizar o abastecimento de produtos, como tal a criação de um supermercado de produto acabado era o caminho a seguir, de forma que o consumo despoleta-se a reposição e como tal a produção e, ainda, se fosse possível manter o fluxo entre o sector das resinas e as linhas a jusante.

Existem quatro regras a respeitar na criação de um supermercado, segundo o Kaizen Institute:

- Localização fixa para cada referência
- Zona de fácil acesso para o *picking*
- Gestão visual
- Assegurar o *first-in-first-out*

4.2.1 Invólucros ISF 24 e 36 kV

Foi decidido só criar o supermercado nos quatro produtos que vimos a analisar, pelas razões que têm vindo a ser apresentadas. Ambos os produtos devem estar nos carros respectivos de forma a ser possível deslocá-los para a linha a jusante onde vão ser consumidos e ambos têm de sair da estufa para carros. Havia logo aqui que ter em conta que era necessário ter sempre carros livres disponíveis e acabar com a operação de descarregar peças dos carros para o chão e depois quando era necessário levá-los para a linha a jusante, voltar a carregar os carros. Este duplo manuseamento era um desperdício de tempo e esforço. Também foi necessário definir um local para criar o supermercado e dimensioná-lo.

O local escolhido estava ocupado e, como tal, teve de ser libertado. Não se fez um simples programa de *housekeeping*, mas sim um programa 5S, de modo a não ser um evento episódico de limpeza, mas sim com o intuito de mudar a maneira de pensar dos colaboradores e conduzir a empresa a ganhos efectivos de produtividade. Aproveitou-se então para pintar o local de criação do supermercado e marcar corredores, com a localização específica para cada um dos quatro produtos em questão.

Na figura 16 e tabela 12 estão dimensionados o *buffer* e a sincronização para os invólucros superior e inferior ISF36 kV, que são ambos produzidos na máquina 6.

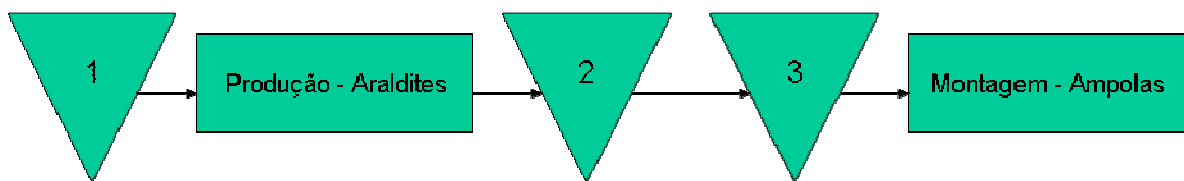


Figura 16 – Fluxograma dos invólucros ISF 36 kV até à sua montagem na linha a jusante

Tabela 12 – Dimensionamento dos buffers

Buffer de transição (1)		
Produto (Designação)	Peças produzidas	Carros
Invólucro Inferior ISF 36 kV	42	7
Invólucro Superior ISF 36 kV	51	9
Buffer Resinas (2)		
Produto (Designação)	Peças necessárias (buffer)	Carros
Invólucro Inferior ISF 36 kV (3 dias)	45	8
Invólucro Superior ISF 36 kV (3 dias)	45	8
Buffer montagem (1 dia + 1 carro) (3)		
Produto (Designação)	Peças produzidas	Carros
Invólucro Inferior ISF 36 kV	15	4
Invólucro Superior ISF 36 kV	15	4

Em primeiro lugar definiu-se o pico produtivo diário na linha de montagem a jusante das resinas que consome os invólucros e, como segurança, colocou-se mais um carro, o que corresponde ao buffer 3 na Tabela 12. Este espaço também foi libertado e marcado para colocar os respectivos oito carros para responder à produção diária, tal como se visiona na Figura 17.



Figura 17 – Buffer dos invólucros ISF 36kV na linha a jusante

O *buffer* de transição fica à entrada do sector das resinas e é o local onde o *mizusumashi* (palavra japonesa para o distribuidor de materiais) traz os carros vazios e leva os carros cheios da e para a linha a jusante correspondente. Esta máquina tanto produz invólucros superiores como invólucros inferiores, o número de carros neste local ficou definido como nove, já que os carros são compatíveis com os dois produtos e como a produção diária é maior nos invólucros superiores, definiu-se o número de carros suficiente para responder a esta produção diária.

O *buffer* 2 é o supermercado criado no sector anteriormente falado e estando o *buffer* 1 e 3 completo a produção efectuada vai para este *buffer*. Aqui foi criado um sistema de sinalização visual para a produção na máquina 6. Como foi dito, esta ou produz invólucros ISF 36kV superiores ou inferiores e estando o *buffer* cheio de superiores, troca-se o molde e produz-se inferiores, ou vice-versa. Outra forma estabelecida também de visualizar, é quando algum *buffer* estiver vazio e na máquina está a ser produzido o outro produto, troca-se de molde e passa-se a produzir o outro invólucro em falta, garantido assim que este não vai faltar a jusante. Esta última condição de sinalização é prioritária em relação à primeira apresentada. Este *buffer* foi dimensionado com base na utilização máxima do espaço disponível para estes produtos, já que a produção de um dia no caso dos invólucros superiores excede o *buffer*, nos invólucros inferiores praticamente enche o *buffer* respectivo, pelo que se tentou rentabilizar a produção por cada montagem do molde efectuada, de forma a ter o molde montado pelo menos dois dias, para não haver excessivas perdas com os tempos de *setup*.

Os locais para os *buffer* foram libertados e as zonas ficaram marcadas e especificadas para esses materiais, os carros vazios ou cheios devem estar no local apropriado e definido para eles de forma a ser feita uma gestão visual correcta e os responsáveis saberem o local deles e não perderem tempo à sua procura. Os colaboradores das resinas apenas são responsáveis por ir buscar e colocar os carros no *buffer* 1 e 2, o *mizusumashi* faz a ligação entre os *buffer* 1 e 2 (quando for o caso) com o *buffer* 3. O *mizusumashi* efectua esta rota sempre que passa pelo *buffer* 3 e visiona um carro vazio, este é o sinal para repor. É de salientar que a empresa também investiu nesta área, já que tiveram que ser comprados 22 carros para ser possível implementar este fluxo e foi de todo interessante este processo, já que tive também a responsabilidade de consultar fornecedores, negociar preços e datas, escolher a melhor proposta e fornecer dados para a fabricação dos carros.

Na Figura 18 e na Tabela 13 estão dimensionados os *buffers* e a sincronização com a linha a

jusante para os invólucros superiores e inferiores de 24kV. Nestes invólucros o raciocínio é igual ao anterior, ou seja, vão funcionar da mesma forma, apenas difere a operação de limpeza, onde se cria um *buffer* que vai sendo escoado à medida que os operadores limpam as peças para o *buffer* de transição à saída das resinas.

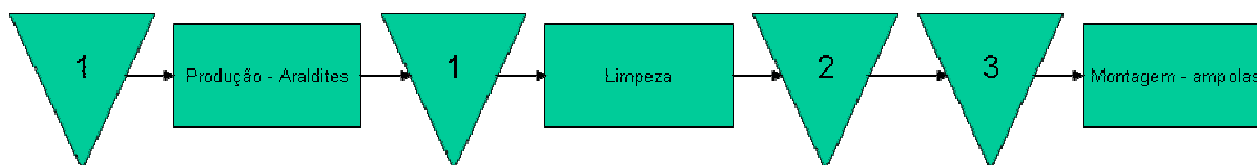


Figura 18 - Fluxograma dos invólucros ISF 24 kV até à sua montagem na linha a jusante

Tabela 13 – Dimensionamento dos *buffers*

Buffer de transição/Limpeza (1)		
Produto (Designação)	Peças produzidas	Carros
Invólucro Inferior ISF 24kV	68	6
Invólucro Superior ISF 24kV	59	4
Buffer Resinas (2)		
Produto (Designação)	Peças necessárias (<i>buffer</i>)	Carros
Invólucro Inferior ISF 24kV (2 dias)	100	9
Invólucro Superior ISF 24kV (2 dias)	100	7
Buffer montagem (1 dia + 1 carro) (3)		
Produto (Designação)	Peças produzidas	Carros
Invólucro Inferior ISF 24kV	50	6
Invólucro Superior ISF 24kV	50	5

Neste caso, apenas o dimensionamento do *buffer* 2 foi efectuado de forma diferente, já que aqui, no caso da máquina 5, onde é produzido o invólucro inferior ISF24kV, além deste, também são produzidos mais três produtos. Esta situação tornou necessário dimensionar os lotes de produção, de modo a que fosse possível efectuar a troca de molde, rentabilizar esta troca sem produzir um lote exagerado e não haver falta de produtos a jusante.

A máquina 4 apenas produz o invólucro superior 24 kV, pelo que todo o excedente que não está nos *buffer* 1 e 3 vai para o *buffer* 2, que responde a dois dias de produção a jusante. Estes dois dias de dimensionamento do *buffer* 2 foram estabelecidos após defini-los para o invólucro inferior 24 kV (raciocínio para o dimensionamento na Tabela 14), já que estes dois

invólucros são montados um no outro na linha a jusante, não fazendo sentido ter um a mais do que outro.

Tabela 14 – Dimensionamento do *Buffer 2* dos invólucros ISF 24 kV e dos lotes de fabrico dos produtos fabricados na máquina 5

Produto (designação)	Tempo Ciclo	Procura anual	Procura diária	Capac./dia	Lote	Lote (dias)	N.º Lotes/ano	Stock	Dias
Invólucro isolante (Divac Grande)	14,3	310	2	76	<u>80</u>	56	4	120	1,7
Travessia Normacel 24kV	12,3	674	3	60	<u>80</u>	26	9	144	2
Invólucro Inferior ISF 24kV	15	11000	50	68					
Travessia Unipolar (Cloche QBN7- BMTC98020-01)	13,3	465	2	76	<u>76</u>	35	7	144	1,7

Através do estudo ao tempo de ciclo destas peças, à procura anual de 2007 e à capacidade produtiva diária desses produtos, foi possível atingir o valor máximo de dois dias que inclui a produção e consequente troca de moldes na máquina 5 de um produto para outro. Estes lotes foram dimensionados também de forma a incluir o *Kanban* Interno na empresa, no caso do Divac Grande este iria estar em paletes normalizadas, existindo um total de quatro paletes de supermercado e duas paletes na linha de montagem respectiva, sendo a sinalização da necessidade de produção o supermercado vazio. Para as duas travessias presentes em cima, a solução proposta passaria por colocar duas estantes na linha respectiva, sendo a sinalização da necessidade de produção fornecida visualmente quando uma estante estivesse vazia.

Tornava-se então necessário libertar espaço nas linhas a jusante do sector para colocar as paletes e estantes e efectuar todas as actualizações no ERP da empresa relativa a estes produtos. Estes iriam funcionar por *Kanban* Interno, o que acarreta desde logo o fim do lançamento das ordens de fabrico, isto é, estas agora são originadas pelo consumo. No caso particular do Divac Grande este é um produto que sai do sector das resinas, vai para armazém, é armazenado e só depois é aviado para a linha respectiva. Isto acarreta produto parado à espera de ser processado, elevadas rotas com o material de um lado para outro, ocupação

elevada de espaço, elevado tratamento informacional, complexidade de gestão, difícil sincronização das linhas e custos de armazenagem. Com a inclusão do *Kanban* Interno pretendia-se eliminar este *muda* e custos respectivos.

Esta máquina ficaria então sempre vocacionada para a produção de invólucros inferiores 24 kV dada a sua elevada procura e constante consumo, excepto quando fosse necessário efectuar troca de molde para produzir outro produto, em que o *buffer* 2 foi dimensionado para responder à procura nessa linha. Enquanto se efectua a produção de outros produtos, como a linha tem um pico máximo de 50 invólucros por dia e no máximo a máquina 5, fica a produzir dois dias outro produto, o *buffer* será de 100 invólucros.

4.2.2 Restantes Produtos em que se Aplicou o Sistema *Kanban* Interno

Numa fase posterior os produtos que, tal como o Divac Grande, saíam do sector para o armazém e deste é que iam para a linha de montagem correspondente, além dos problemas apresentados em cima que se pretendiam eliminar, a implementação do *Kanban* Interno era um objectivo a seguir. Assim, o fluxo de material e as ordens de produção só eram originadas pelo consumo de material e a empresa começaria assim a funcionar de uma lógica *Push* para a lógica *Pull Flow*. Além dos invólucros isolantes, que tinham os problemas levantados em cima, também se justificava efectuar o *Kanban* Interno na travessia normacel 17,5, no isolador 36 kV e no isolador suporte de barras que são produtos com uma procura mais estável e constante. Na Tabela que se encontra no anexo M está ilustrado o dimensionamento dos lotes de produção e de reposição.

Como se pode ver, o dimensionamento dos lotes foi efectuado de acordo com a procura destes de modo a rentabilizar a montagem do molde visto este factor ser preponderante, já que estes produtos são produzidos nas máquinas 1, 2 e 3, e estas ao contrário, das máquinas 4, 5 e 6, só trabalham um turno por dia e tem um só operador para elas. Logo há que rentabilizar os tempos de *setup*, como tal e de acordo com a capacidade diária produtiva, com o tempo de resposta para produzir outro produto e a procura destes nas linhas a jusante, definiram-se os lotes de produção.

Posto isto, definiu-se a localização nas linhas a jusante para colocar o material a efectuar *Kanban*, em algumas áreas teve que se efectuar revisões ao *layout* e libertar as áreas definidas para o supermercado. Foram efectuadas todas as alterações no ERP da empresa, necessárias ao bom funcionamento do *Kanban*, como os armazéns, o método de planeamento e o fim das emissões das ordens de fabrico para o sector das resinas. A responsabilidade da produção

diária estava agora sobre alçada do chão de fábrica, como tal realizou-se um quadro *Kanban*⁶ para colocar à entrada do sector de modo a ser possível gerir de uma forma simples e visual.

Este quadro permite um sistema de controlo do stock disponível e da produção completamente on-line. Como tal, o quadro que figura no anexo N tem definido para cada produto uma sequência de posições onde são colocados os cartões *Kanban*, temos três faixas de cores que indicam o grau de urgência ou não de reposição.

A faixa verde indica que não há necessidade de produzir, a faixa amarela diz-nos que a máquina tem que terminar a produção que está a fazer, efectuar a troca de molde e produzir o produto solicitado. É, ao fim e ao cabo, o tempo de resposta do sector e por fim a faixa vermelha, que não deve ser evadida por cartões, existe para que o cliente (neste caso as linhas a jusante do sector das resinas) não pare de produzir por qualquer problema que ocorra, é um stock de segurança. Os cartões devem acompanhar sempre as embalagens cheias e só são colocados no quadro *Kanban* quando a respectiva embalagem fica vazia e da faixa verde para a vermelha. Em alguns casos usaram-se paletes normalizadas para efectuar o *Kanban*, noutros partiu-se para uma solução de contentores de plástico empilháveis de modo a aproveitar o espaço em altura. Cada caso teve a sua solução e o seu espaço definido e fixo na linha de montagem a jusante. Na Figura 19 encontra-se um exemplo de um cartão de *Kanban* Interno.



22150150-01		
INVOLUCRO ISOL.FP61/62 KH4676		
Repositor:	Resinas	
Quantidade por caixa:	24	Tipo de caixa: PLT1200x800
		Destino: DIFLU
		Localização: -
<small>* A A 2 2 1 5 0 1 5 0 - 0 1 *</small> <small>No caso de extravio deste cartão, pede-se a quem o encontrar o favor de o devolver ao armazém/recepção EFACEC AMT</small> <small>2008-02-14 (4)</small>		

Figura 19 – Exemplo de um cartão *Kanban* Interno

Introduziu-se então nas duas rotas diárias do *mizusumashi* estes casos, em que ele passa nos locais definidos e caso esteja algum cartão na caixa de reabastecimento (caixa colocada junto aos supermercados para colocarem os cartões das paletes/contentores vazios) este pega no cartão respectivo e coloca no quadro *Kanban*, sendo da responsabilidade dos colaboradores das linhas a jusante do sector das resinas efectuarem a troca das paletes/contentores vazios na

⁶ <http://www.slideshare.net/ogerente/treinamento-Kanban-avanado>, acedido em 8 Janeiro de 2008

linha respectiva por paletes/contentores cheios do supermercado e colocar os cartões *Kanban* das paletes/contentores vazios na caixa de reabastecimento.

Estes supermercados foram criados nas próprias zonas da fábrica onde os produtos são utilizados de modo a reduzirem o transporte e acelerarem o fluxo de material, estes efectuam o ponto de ligação entre o sector e o bordo das linhas de montagem, sendo o abastecimento dos supermercados da responsabilidade do *mizusumashi*. O sector das resinas passa apenas a ter a responsabilidade de ler o quadro *Kanban* e produzir.

Este sistema foi implementado nos produtos produzidos na máquina 2 e 3, presentes na Tabela do anexo M, e no Divac Grande presente na Tabela 14. Os restantes produtos funcionam simplesmente visualmente, sem qualquer cartão, com o fluxo apresentado de carros para os invólucros superiores e inferiores de 24 e 36 kV e de estantes para as duas travessias apresentadas na Tabela 14. O isolador 36 kV já foi incluído no dimensionamento mas por questões de espaço na linha de montagem respectiva, onde ainda se está a estudar a melhor solução, não foi possível implementar. Nos restantes cinco produtos e algumas variantes dos produtos apresentados não foi efectuado nenhuma alteração ao seu modo de planeamento, já que são artigos produzidos de forma esporádica e quando surgem projectos específicos, pelo que a sua gestão mantém-se na forma tradicional, o MRP depois de receber o *input* das encomendas gera as necessidades de produção e emite as ordens para o sector.

4.2.3 Sistema de Abastecimento Normalizado de Material

Aproveitando o sistema *Kanban* electrónico que a empresa já tinha implementado para o reabastecimento de materiais aos postos de trabalho foram efectuados estudos às listas de materiais dos produtos produzidos no sector e de acordo com a procura e a quantidade que cada produto gasta de determinado artigo, dimensionaram-se os lotes de reposição para que estes tenham uma autonomia de uma semana. Após calcular a quantidade *Kanban* de reabastecimento com autonomia de uma semana, quer isto dizer que no máximo tenho material suficiente para duas semanas caso o fornecedor falhe, já que após lançada a ordem de compra pelo sistema electrónico *Kanban* o fornecedor tem apenas uma semana para repor, foram escolhidas as unidades de armazenamento normalizadas que a empresa já detinha, de acordo com as dimensões e peso das peças. Posto isto, também se definiu o número de unidades de armazenamento necessárias para cada lote de reposição por artigo, existindo sempre dois lotes na estante, o de produção e de reposição, podendo variar o número e tipo de unidades de armazenamento por lote para diferentes artigos, mas existindo sempre dois

cartões *Kanban* para cada artigo (ver anexo O). As localizações também foram definidas para cada artigo numa estante dimensionada para tal e o levantamento das necessidades de investimento para ter as condições físicas necessárias à implementação do posto *Kanban* também foram efectuadas, assim como um estudo balanceado ao peso que cada prateleira poderia aguentar. Os artigos ficaram então dispostos numa estante com três níveis (como se pode ver na Figura 20) sendo que na coluna localização, o número corresponde ao nível onde fica o artigo (A1 = ao nível um). Estas localizações estão figuradas no anexo P.



Figura 20 – Estante *Kanban*

Os operadores têm a responsabilidade de, quando uma unidade de armazenamento ficar vazia, colocar o cartão *Kanban* na caixa vazia presente na estante, denominada caixa de abastecimento. O *mizusumashi* tem definido nas suas duas rotas diárias a passagem por estas caixas onde pega nos cartões presentes na caixa de abastecimento e realiza a leitura por intermédio de um leitor óptico presente no sector. O código de barras presente no cartão identifica o artigo em questão, dá-se uma transferência de informação via EDI e o próprio sistema informático lança as ordens de compra que seguem directamente para o fornecedor, nos casos que a origem dos artigos é via armazém o sistema lança pedidos de aviamento de materiais a este. Posteriormente a esta leitura, os cartões seguem para uma área definida na fábrica para a recepção de material *Kanban*, o próprio fornecedor coloca o material no carro que está definido para abastecer o sector das resinas, este pode imprimir na sua empresa a etiqueta *Kanban* e colar na caixa respectiva, sendo que o *mizusumashi* apenas verifica a quantidade através da leitura desse cartão que contém o código de barras. No caso dos pedidos *Kanban* via armazém o processo é exactamente igual. Por fim, quando o *mizusumashi* for repor o material leva os cartões e volta a coloca-los na unidade de armazenamento


respectiva. A Figura 21 representa um exemplo de um cartão *Kanban*.

MT0500430-01

CASQUILHO

Repositor:


Quantidade por caixa: **120**



* R R M T 0 5 0 0 4 3 0 - 0 1 *

No caso de extravio deste cartão, pede-se a quem o encontrar o favor de o devolver ao armazém/recepção EFACEC AMT

2008-02-15 (2)



Tipo de caixa:

Destino: **RESINAS**

Localização: **A3**

Figura 21 – Exemplo de um cartão *Kanban* de um artigo fornecido

Tal como para o *Kanban* interno que foi implementado em alguns produtos fabricados no sector das resinas que servem as linhas a jusante, para este sistema de *Kanban* 3G funcionar foi necessário realizar um conjunto de alterações nas definições e no método de planeamento dos artigos no ERP. Nos artigos abastecidos directamente via fornecedor, as quantidades de reposição e os prazos de entrega foram negociados pelo departamento de logística de forma a evitar falhas nestas condições de reposição.

4.3 Conclusões e Resultados Obtidos

Na Figura 22 é possível ver a diferença entre o armazém interno do sector das resinas na situação encontrada e como ficou depois de aplicar um programa 5S, pintar o chão, marcar corredores específicos, dimensionar o *buffer* e os lotes de produção, adquirir carros e criar o fluxo com as linhas a jusante.



Antes



Depois

Figura 22 – Comparação da situação anterior e actual do armazém interno do sector das resinas

Com o sistema de abastecimento normalizado dos materiais oriundos do fornecedor ou armazém e com a implementação do *Kanban* Interno, conseguiu-se aumentar o fluxo de materiais, reduzir stocks, reduzir ao mínimo as áreas ocupadas, focalizar os operadores em acrescentar valor e elevar a eficiência do pessoal de abastecimento. Foi permitido também que as linhas a jusante “puxem” do sector das resinas os produtos de que necessitam, possuir um sistema on-line de controlo de stock produção, estando a programação diária da produção sob a responsabilidade do sector, com a implementação do quadro *Kanban* e da gestão visual, conseguiu-se ainda nivelar e sincronizar a produção na fábrica.

É necessário existir disciplina operacional por parte de todos os intervenientes, a produção e a logística devem cumprir com as suas responsabilidades de forma a conseguir um processo mais simples e com uma complexidade de gestão e informação menor, uma cadeia produtiva com uma maior visibilidade e um *Lead Time* menor. Foi possível diminuir o *Lead Time* de 72,2 dias para 57,5 dias, quase 15 dias. O proposto no VSM futuro ainda não foi possível atingir por restrições no nível de serviço do fornecedor dos *big-bags* de resina.

5. Redução dos Tempos de *Setup* na Mudança de Moldes

5.1 Introdução e Objectivos

Ao passarmos de uma lógica *Push* para *Pull*, uma das grandes mudanças a efectuar é a produção de pequenos lotes. Como tal a redução dos tempos de *setup*, que é o tempo perdido na mudança de molde na mesma máquina para produzir outros produtos, é um objectivo a atingir. Além de aumentar a capacidade produtiva das máquinas, reduz os custos de mão-de-obra resultantes das longas mudanças, permite reduzir stocks e reduz os tempos improdutivos.

Uma mudança que demore muitas horas para se tornar rentável obriga a máquina a trabalhar muito tempo com aquele molde, mas ao invêr, um tempo de *setup* reduzido rapidamente é rentabilizado, logo a redução do tamanho dos lotes é uma realidade possível de atingir. O sector com a redução dos tempos de *setup* vai conseguir responder muito mais rapidamente à procura, vai ficar mais flexível, o equipamento por sua vez fica mais disponível e assim vai responder rapidamente aos lotes atrás dimensionados no *Kanban* Interno.

Como tal o *setup* é um processo que não produz valor, apenas aumenta os custos e o desperdício de tempo útil de produção e, por isso, deve ser eliminado. Ao longo do projecto utilizei a técnica SMED com vista a atingir os objectivos atrás mencionados.

5.2 Situação Inicial

Como ponto de partida partiu-se para a análise de uma mudança de um dos dezoito moldes existentes, o molde do Divac Pequeno que foi montado na máquina 3. Como tal, foi filmado todo o trabalho de montagem do molde (etapa 1 do SMED). O filme começou com o molde já junto da máquina até este estar completamente montado e afinado. Após isto, todas as tarefas realizadas foram descritas numa folha de cálculo com o tempo respectivo associado, foram classificadas e identificadas as operações internas e externas (etapa 2 do SMED) e classificadas em operações que podem ser realizadas antes da máquina parar, depois da

máquina parar para se efectuar a mudança de molde ou durante a máquina parada.

Foi então efectuada uma análise, como podem ver no anexo Q, e identificou-se como trabalho externo 45% do tempo filmado na mudança de molde, estas operações podem ser feitas com a máquina a funcionar, portanto este tempo que a máquina esteve parada têm que ser eliminado. As causas para este desperdício de tempo devem-se sobretudo ao tempo que o operador perde em ir à estante onde se encontram os elementos de fixação mecânicos para apertar o molde na máquina. Além deste tempo de deslocação que ele perdia, verifiquei também que não havia qualquer instrução que indicasse quais e quantos elementos de fixação são necessários e qual a combinação ideal de aperto. A estante encontrava-se também desarrumada, estava tudo misturado nas caixas, havia elementos de fixação que já não eram úteis, estavam estragados e não estava nada identificado, levando o operador a perder imenso tempo à procura dos elementos de fixação e da solução de aperto correcta, sendo muitas vezes alcançada por tentativas.

Estas operações internas vão ser transformadas em operações externas (etapa 3 do SMED) e o tempo destas vai ser reduzido (etapa 5 do SMED). Em termos das operações internas, também se vai tentar reduzir o tempo, o molde encontra-se numa paleta e para ser movimentado para a máquina é necessário colocar cintas à sua volta, ir buscar a ponte rolante e pegar no molde. O ajuste e afinação do molde na máquina também é muito complicado e é preciso uma alavanca para acertar com a posição do molde, logo há que reduzir este tempo quando a máquina pára para fazer a substituição de um molde por outro, tem-se que tornar este processo muito mais rápido e simples (etapa 4 do SMED).

5.3 Solução Proposta e Implementada

A solução proposta e implementada para diminuir com as operações que podem ser externas, isto é, que podem ser realizadas com a máquina a funcionar e que não eram, foi a criação de uma *check list* (anexo R) em que se identificou e uniformizou o melhor sistema de elementos de fixação para todos os moldes. Foi efectuado um estudo a cada molde e realizada a melhor solução de aperto do molde na respectiva máquina compatível. Como tal levou-se a cabo um programa 5S na estante onde se encontravam os elementos de fixação, na Figura 23 pode-se ver a quantidade de “sucata” lá presente, foram separados e identificados todos os elementos de fixação em condições de uso.



Figura 23 – Quantidade resultante de sucata após aplicação do programa 5S na estante de elementos de fixação mecânicos

Havia duas soluções possíveis, a primeira consistia em ter uma caixa específica para cada molde com os elementos de fixação lá dentro. Estas caixas estariam sempre ao lado do molde e iriam com este para junto da máquina antes de a parar para efectuar a troca de molde, sendo que na estante só ficariam os elementos de fixação de reserva. A segunda sugestão consistia em utilizar a *check list* realizada para cada molde e possuir os elementos todos identificados em caixas na estante. O operador com uma caixa própria, definida e com a *check list* fazia o *picking* dos itens necessários para a caixa e levava junto com o molde para efectuar a troca. Sempre que desmontasse um molde voltava a colocar o material na estante. Na primeira solução a caixa seguia junto com o molde, logo esta solução evitava este duplo manuseamento e o *picking* do material.

Como tal, para decidir efectuou-se um levantamento do material existente e do necessário para a primeira solução, fez-se um estudo de mercado consultando vários fornecedores de modo a chegar ao melhor preço possível e cheguei a um valor de cerca de 15.000€. Esta solução apenas evitava o *picking* do material da estante com o auxílio da *check list* para uma caixa e a posterior reposição do material na estante nos locais correctos e especificados para tal. Ao invêz, a primeira solução proposta implicava a existência de 18 caixas, que acompanhavam sempre o molde com o respectivo material de aperto. Foi elaborado um estudo para perceber quantos anos a empresa precisaria para amortizar o investimento se envereda-se pela primeira solução. Considerando uma média de 8 mudanças de molde por ano (de acordo com os estudos apresentados no capítulo anterior) em cada um dos 18 moldes existentes, dá um total de 144 *setups* por ano, sabendo que o *picking* do material e a posterior reposição deste na estante demora um total de 5 minutos, chegamos a 12 horas anuais para

este processo. Cada hora de trabalho na empresa custa a esta 36,6 €, logo num ano este processo de *picking* e reposição custa à empresa cerca de 440€, logo a empresa iria precisar de 33 anos para recuperar o investimento de 15000€ se fosse a avante a primeira solução.

A solução implementada foi então a última em que o operador antes de parar a máquina efectua o *picking* para uma caixa dos elementos de fixação definidos na *check list* criada (como mostra a Figura 24, repare nas caixas devidamente identificadas), transporta a caixa com o molde para junto da máquina antes de efectuar a troca de molde, logo aqueles 45% do tempo gasto foram transformados em operações externas e conseguiu-se reduzir de 33 minutos para 5 minutos.



Figura 24 – Operador a realizar o *picking* de elementos de fixação mecânicos

No que toca às operações internas identificadas e necessárias, a solução para reduzir este tempo de trabalho interno passou pela implementação de uns carros onde se colocava o molde em cima. Com estes carros e com o auxílio de um *stacker* o molde é transportado numa mesa em cima do carro para junto da máquina (ver anexo S). Depois coloca-se um carro na máquina e pousa-se o molde que está montado na máquina no carro e empurra-se este para a mesa. Posto isto, empurra-se o molde a montar, aperta-se e retira-se o carro. Assim ao parar a máquina para efectuar a substituição do molde, este processo é muito mais rápido e simples, é de mais fácil ajuste e fixação, eliminando-se assim a utilização da ponte, colocação de cintas, recurso a alavancas para colocar o molde no local correcto para efectuar o aperto. Conseguiu-se assim ganhar 10 minutos das operações classificadas como internas.

Paralelamente, os moldes foram organizados e colocados em cima dos respectivos carros em estantes compradas para os armazenar (atente no anexo T), cada molde tem o seu local

definido. Estes antigamente encontravam-se em paletes espalhados pelo sector. Dado não ser possível uniformizar um carro para cada molde, tendo portanto, cada molde um carro específico para ser colocado, cada molde é alvo de um estudo e é projectado um carro próprio, mas ainda só foi possível implementar esta solução em 3 dos 11 possíveis. A Figura 25 ilustra a diferença como os moldes se encontravam antes em cima de paletes e espalhados pelo sector e o depois.



Antes



Depois

Figura 25 – Comparação da situação anterior e actual da forma como se encontravam os moldes

5.4 Conclusões e Resultados Obtidos

Com estas modificações e melhorias conseguiu-se, no total, uma melhoria de 48% do tempo perdido com a montagem do molde. Apesar do estudo ter incidido só neste molde, e só na sua montagem, considera-se este molde representativo do que se passa com todos os outros e esta melhoria extrapolável a todo o processo de troca de moldes, desde que este sai da estante e regressa a esta. Além disto a armazenagem e o transporte dos elementos de fixação e dos moldes foi otimizado e organizado, estando o seu posicionamento identificado, sendo fácil de recolher e de colocar de novo nas estantes respectivas, reduzindo assim o *setup* externo. As operações de *setup* ficaram uniformizadas, foi dada formação e treino aos operadores e todas as operações que são possíveis de realizar antes de parar a máquina foram optimizadas e devidamente identificadas.

Nesta vertente de redução do tempo de *setup* conto com o apoio de um elemento da equipa da Engenharia Industrial que está directamente responsável pela vertente da redução do trabalho interno com a implementação dos carros. Com a redução de 48% do tempo de mudança de

molde através do método SMED a empresa conseguiu reduzir os tempos não produtivos, aumentando então a capacidade produtiva sem qualquer custo, uniformizou procedimentos e mecanismo de aperto dos moldes, reduziu custos operacionais e de mão de obra e acima de tudo ficou melhor preparada e mais flexível para responder às solicitações do *Kanban* Interno e para a produção de pequenos lotes.

6. Conclusões Globais do Estágio

Este projecto teve uma duração de seis meses e esteve inserido numa estratégia de implementação da filosofia de gestão *Lean Thinking*, que a EFACEC AMT iniciou há algum tempo, onde o departamento de engenharia industrial desempenha uma função fulcral. Fui integrado neste departamento e coordenei todo o projecto *Lean Manufacturing* no sector das resinas.

Os objectivos inicialmente propostos para este estágio foram atingidos e o sucesso deste projecto deveu-se ao trabalho em equipa, onde todos foram envolvidos e se comprometeram com o projecto. Para as três grandes áreas de intervenção, foram propostas e implementadas soluções com vista a ganhos de flexibilidade, produtividade, melhoria na organização e sincronização dos processos.

No que diz respeito ao primeiro projecto, depois da identificação clara dos desperdícios ao longo do processo que originavam períodos de inactividade oculta, foram tomadas medidas para os eliminar. Com o auxílio da metodologia do OEE foram identificadas as perdas, a sua origem e assim se encontraram soluções com vista à melhor organização e sincronização entre as várias operações do processo produtivo. Foi então proposto e testado um novo método de trabalho. Depois de aprovado, foi elaborado um documento com as novas instruções operacionais. Com este novo método foram conseguidos resultados extraordinários, conseguindo aumentar a eficiência operacional.

Relativamente ao segundo projecto, este consistiu no dimensionamento dos lotes de fabrico e na sincronização com as linhas a jusante nos produtos que assim os justificavam, depois de efectuada uma análise exaustiva a estes. Foram efectuadas diversas acções que conduziram a ganhos significativos, desde a aplicação de um programa 5S em todo o sector (de realçar no armazém interno do sector), a criação do sistema de gestão visual em alguns produtos, a organização e libertação do espaço nas linhas a jusante, a criação de *buffers*, a implementação do sistema *Kanban* interno com o quadro de nivelamento implementado no sector, a aquisição de meios necessários à implementação deste projecto e a parametrização do ERP. Também foi

implementado um sistema de abastecimento normalizado dos componentes oriundos do exterior e armazém, através da implementação do sistema *Kanban 3G*. Os resultados obtidos neste projecto foram em todo satisfatórios desde da redução dos stocks, das áreas ocupadas, do *Lead Time*, embora ainda tenha uma margem de melhoria, da reorganização do *layout* do sector, da eliminação dos custos de armazenamento, da redução do transporte exagerado de material, do nivelamento e da sincronização da produção, do aumento do fluxo de material e da simplificação do fluxo informacional.

Para uma melhor exequibilidade dos dois projectos atrás referidos, tornou-se imperativo reduzir o tempo de troca de moldes nas máquinas, surgindo assim o terceiro projecto do estágio que foi a redução dos tempos de *setup*. Com o auxílio da técnica SMED e após realizados vários *workshops* SMED no sector, conseguiu-se uma redução significativa destes tempos de *setup*. Os ganhos foram variados com este projecto, nomeadamente a possibilidade da produção de lotes mais pequenos, o aumento da capacidade produtiva, a redução dos tempos improdutivos, a redução de custos, a simplificação e uniformização dos procedimentos de troca de molde e a flexibilidade possível com os rápidos e simples *setups*.

A principal dificuldade que surgiu ao longo do estágio foi a resistência à mudança encontrada. Esta foi contornada com a formação, a cooperação e o envolvimento da gestão de topo, acompanhada com as maiores responsabilidades e autonomia concedida aos trabalhadores (*empowerment*), a motivação atribuída para estes darem sugestões, participarem nas melhorias e na partilha dos resultados. O sucesso do projecto em todo se deveu ao trabalho em equipa, à relação de confiança e envolvimento criado em que todos se comprometeram com o projecto.

No final, a empresa saiu com forças e flexibilidade para responder à crescente competitividade dos mercados, a estrutura de custos ficou mais leve e aumentou a sua capacidade e nível de desempenho.

Considero que o estágio foi concluído com sucesso, já que os objectivos da empresa, académicos e pessoais foram atingidos. Os objectivos que a empresa pretendia atingir foram atrás mencionados, em termos académicos e pessoais consegui completar o meu percurso universitário, consolidando e aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo do curso e iniciando ao mesmo tempo a minha carreira profissional de forma dinâmica e estimulante. É de salientar que neste período de tempo foi realizado um site⁷ onde era possível a consulta periódica dos conteúdos relativos ao estágio.

⁷ <http://paginas.fe.up.pt/~gei02012/>

O meu dia-a-dia foi pautado pelo óptimo ambiente de trabalho, alicerçado em constantes sinergias entre todos e a procura constante pela excelência. Senti também que o trabalho é um desafio constante e motivante pela quantidade de coisas novas que aprendemos e que este estágio na EFACEC AMT foi uma porta aberta para um futuro de sucesso.

Referências e Bibliografia

Amaro, A. P. & Pinto, J. P. (2007). *Criação de valor e eliminação de desperdícios*. Comunidade Lean Thinking.

Chase, Jacobs & Aquilano. *Operations Management for competitive advantage with global cases*. (11ª Edição). McGraw-Hill International Edition.

Efacec. último acesso em 13 Fevereiro de 2008. <http://www.amt.efacec.pt>.

Efacec. último acesso em 13 Fevereiro de 2008. <http://www.efacec.pt>

EFACEC AMT. (2006). *Lean Manufacturing*. Lean Consulting. Porto.

EFACEC AMT. (2007). *Sistemas Pull*. Lean Consulting. Porto.

EFACEC AMT. (2007). *OEE - Melhoria de eficiência operacional*. Lean Consulting. Porto

<http://www.lean.org>, acedido em 29 de Janeiro de 2008.

<http://www.lean.org.br>, acedido em 29 de Janeiro de 2008.

<http://www.leanthinkingcommunity.org>, acedido em 18 de Janeiro de 2008.

<http://www.slideshare.net/ogerente/treinamento-kanban-avancado>, acedido em 8 de Janeiro de 2008.

<http://www.cev.pt/servicos/Ginformacao/Kanban.htm>, acedido em 11 Fevereiro de 2008

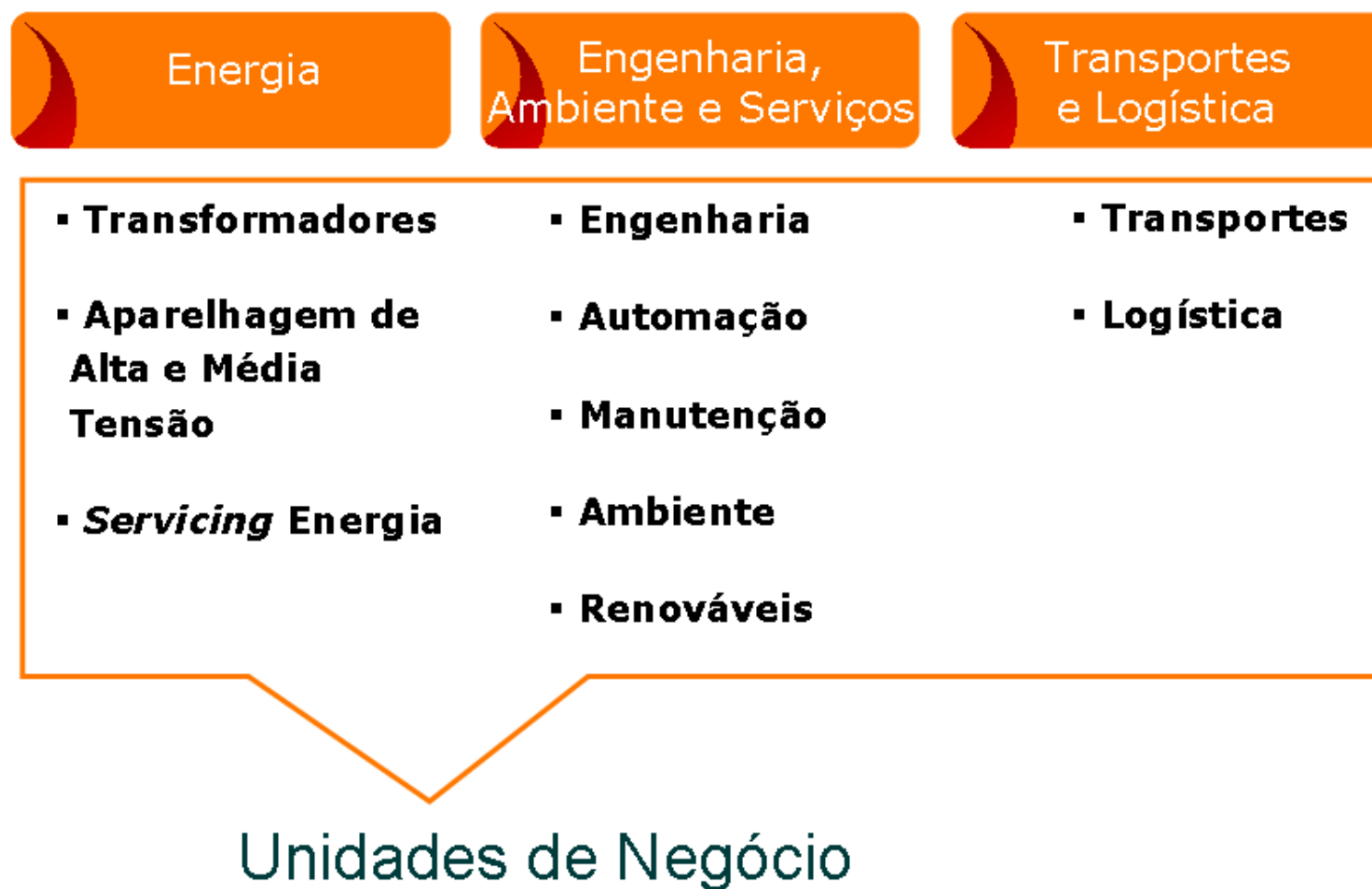
Lopes, R.; Neto, C. & Pinto, J. P. *Quick Changeover. Aplicação prática do método SMED*. *Manual de TFM*. Kaizen Institute.

Pinto, J. P. (Setembro de 2006). *Novas oportunidades*. Revista Exame.

Rother, M. & Shook, J. *Learning to see*. The Lean Enterprise Institute.

Womack, J. *Mura, Muri, Muda*. Lean Enterprise Institute. Traduzido por Diogo Kosaka.

ANEXO A: Organização do Grupo EFACEC



ANEXO B: Produtos Vendidos pela EFACEC AMT

Disjuntores e Interruptores de média tensão



Disjuntor de SF₆

Tensão Nominal 12kV até 36kV

Corrente Nominal 630A a 2500A

Poder de Corte 16kA a 25kA



Disjuntor de vácuo

Tensão Nominal 12kV até 24kV

Corrente Nominal 630A a 3150A

Poder de Corte até 40kA

Interruptores Seccionadores em SF₆ IATS



Disjuntores e seccionadores de Alta Tensão



Disjuntor de SF₆ GL 107

Tensão Nominal 36kV

Corrente Nominal 1600A

Poder de Corte 25kA

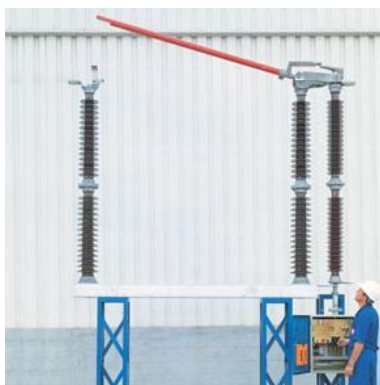


Disjuntor de SF₆ GL 309

Tensão Nominal 72,5kV

Corrente Nominal 2000A /3150A

Poder de Corte 25kA/40kA



Seccionadores Verticais

SVN – Rotativo Abertura Vertical

Tensão Nominal até 245kV

Corrente Nominal até 3150A

50kArms e 125kAp

Homologado para resistir a fenómenos sísmicos e operações sobre o gelo

SVL – Translação Abertura Vertical

Tensão Nominal até 72,5kV

Corrente Nominal até 1250 A

40kArms e 100kAp



Seccionadores de ligação à terra

STN/STS – Movimento simples

Tensão Nominal até 245kV

Homologado para resistir a fenómenos

Sísmicos e operações sob gelo

STD – Movimento Duplo

Tensão Nominal até 245kV

Seccionador horizontais de abertura central (SHD)



Seccionador pantógrafo



Quadros para Distribuição primária



Normacel

É um quadro isolado a ar, para interior, com exploração unicamente frontal, e que utiliza disjuntores de vácuo.

Tensão Nominal até 24kV



QBN7

É um quadro isolado a ar, para interior, com exploração exclusivamente frontal e que utiliza disjuntores de SF₆ extraíveis

Tensão Nominal até 36kV

Corrente nominal até 2000A

Poder de Corte 25kA

QBN4



É um quadro blindado de pequenas dimensões isolado a ar, para interior, com exploração exclusivamente frontal e que utiliza disjuntores de vácuo extraíveis.

Tensão Nominal até 15kV

Corrente Nominal 2000A

Poder de Corte 25kA

Quadros para Distribuição secundária



Normafix

É um quadro modular isolado a ar, para interior, equipado com interruptor seccionador de corte em SF₆.

Tensão Nominal até 24 ou 36kV

Corrente Nominal 630A

Poder de Corte 16 ou 25kA



Fluofix GC

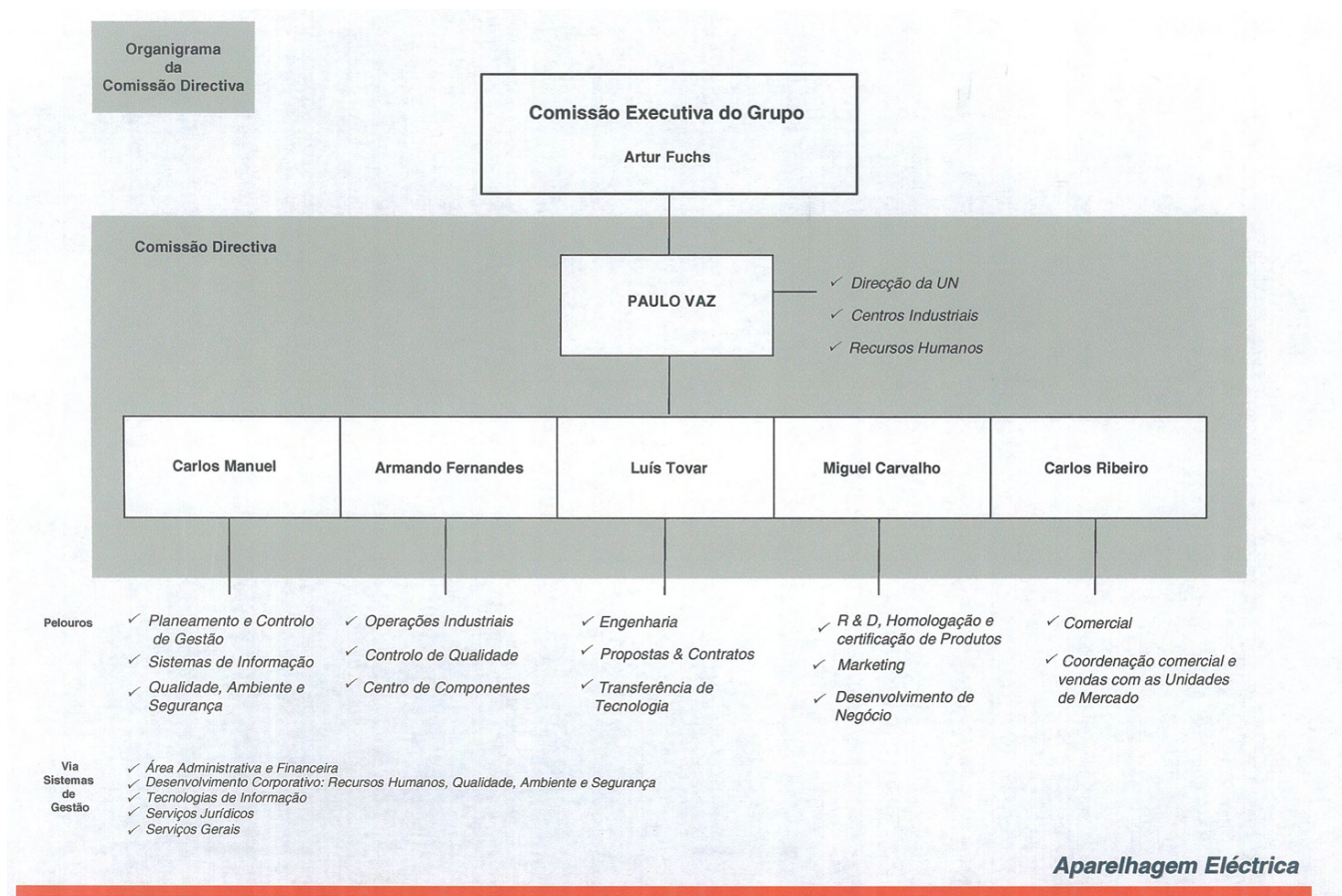
Os FLUOFIX são quadros do tipo compacto para interior, isolados em SF₆, com protecção integrada (em opção).

Tensão Nominal até 24kV

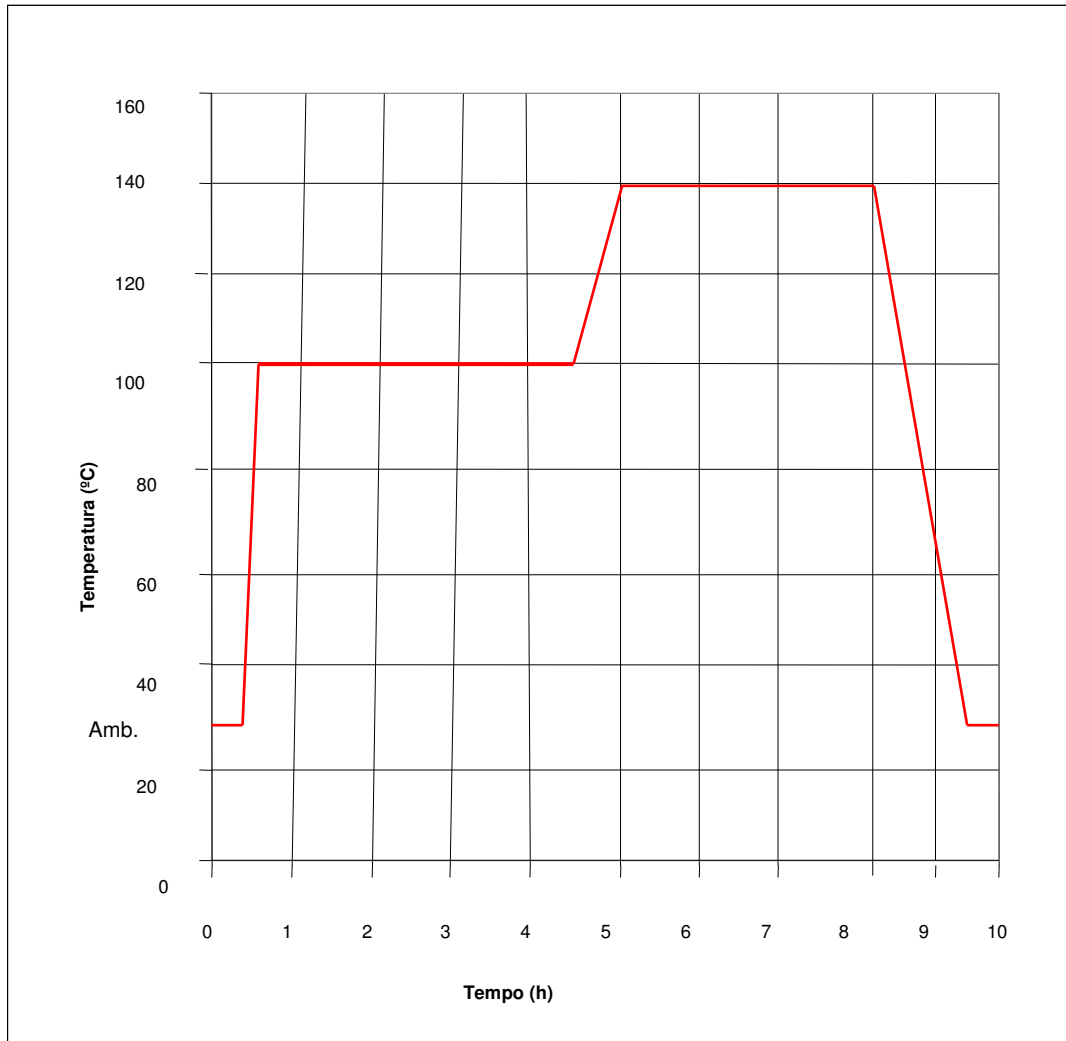
Corrente Nominal 630A

Poder de Corte 25kA

ANEXO C: Organograma da EFACEC AMT



ANEXO D: Ciclo do Tratamento Térmico Antigamente Efectuado pelas Estufas



ANEXO E: Análise ABC

Produto (Designação)	Artigo	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total	% do Consumo	Classe
Invólucro Inferior ISF 36kV	AMT199142-01	509	355	602	688	1191	1786		5132	5%	A
Invólucro Superior ISF 36kV	AMT199135-01	509	296	501	573	1043	1781		4704	10%	
Invólucro Inferior ISF 24kV	AMT695149-01	1728	2102	3096	3518	5220	8975		24638	37%	
Invólucro Superior ISF 24kV	AMT695142-01	1728	1933	3199	3636	5392	8910		24797	63%	
Invólucro isolante <1250A (Divac Pequeno)	36516009-01	170	1415	1566	1555	1846	1186		7737	71%	
Travessia Normacel 17,5kV com gola	AMT394337-01	301	1077	1785	661	1889	661	108	6483	78%	
Isolador 36kV	CMTC98284-01	75	564	255	717	607	609		2827	81%	B
Invólucro isolante >1250A (Divac Grande)	36516092-02	210	296	489	840	556	309		2700	84%	
Invólucro Isolante FP61/62 KH4676 (Pólo Diflu Pequeno)	22150150-01	120	271	375		245	263		1275	85%	
Invólucro Isolante FP71/72 KH4677 (Diflu 36kV)	22150186-01	180	662	321	834	718	280		2994	89%	
Travessia Normacel 24kV	AMTE98116-01		97	386	128	389	674		1673	90%	
Travessia Unipolar QBN7	BMTC99214-01		12	12	168	36	24		252	91%	C
	BMTC98020-01	140	534	255	587	650	465		2631	94%	
Travessia Normacel 17,5kV com gola	AMT394337-09		9			19	32		60	94%	
	AMT394337-07	27	109	158	73	190	95	9	661	94%	
	37150077-01		112	118	180	40	88		538	95%	
Travessia Unipolar 630/1250A	37150077-02		96	246	168	294	528		1332	96%	
	37150077-03	3	72	6	126	96			303	97%	
	CMT396631-01				6		13		19	97%	
Travessia Unipolar 2500A	CMT396631-03	29	110	150	50	56			395	97%	
	CMT396631-04	31	93	94	181	356	107	31	893	98%	
Isolador Suporte Barras	37150096-01	60	100				400		560	99%	
Base para Invólucro 2	36505095-01					9	63		73	99%	
Isolador 17,5kV	2236428								0	99%	
Isolador Suporte 17,5kV	31215115	50	210	360	380	150	100		1250	100%	

ANEXO F: Análise da Situação Encontrada na Empresa na Máquina 6

Operador 1 (22,02min)	% de acordo com tempo presente
Injecção	48,45%
Preparar injecção	4,12%
Enchimento da panela	8,59%
Outras operações	3,78%
Paragem	35,05%

Operador 2 (19,4min)	% de acordo com tempo presente
Injecção	72,29%
Preparar injecção	3,54%
Enchimento da panela	5,42%
Outras operações	4,58%
Paragem	7,29%
Avaria	6,88%

Operador 3 (22,1min)	% de acordo com tempo presente
Injecção	48,70%
Preparar injecção	2,78%
Enchimento da panela	8,52%
Outras operações	2,04%
Paragem	37,96%

ANEXO G: Folha de Recolha de Dados para o Cálculo do OEE

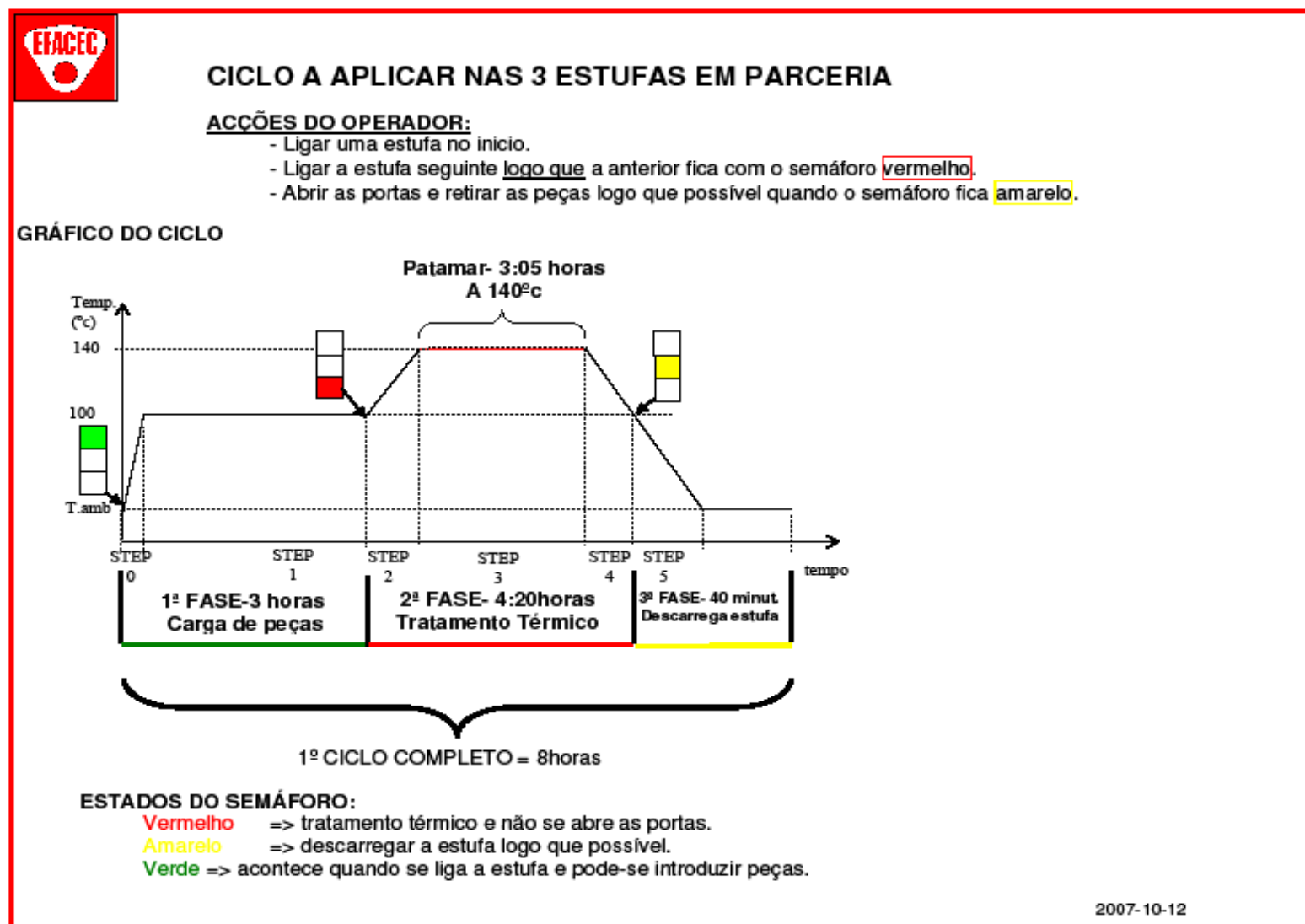
SEMANA: MÁQUINA: 8	Dia Turno	Segunda-feira			Terça-feira			Quarta-feira			Quinta-feira			Sexta-feira			Sábado		
		Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde	Noite	Manhã	Tarde
	Quantidade total produzida ISF36 inferior																		
	Quantidade total produzida ISF36 superior																		
	Nº de peças rejeitadas																		
AH	Avaria da Hedrich																		
AM	Avaria do molde																		
AP	Avaria de prensa de injeção																		
AE	Avaria de estufa																		
CA	Corte de ar comprimido																		
CE	Corte de energia																		
IN	Inundação																		
EH	Espera por preparação de massa na Hedrich																		
EP	Enchimento de panela																		
FS	Falta de o-rings e suportes de insertos																		
FI	Falta de insertos metálicos																		
MP	Falta de matéria-prima																		
FO	Falta do operador																		
MM	Mudança de molde																		
TE	Testes / Experiências Engenharia																		
FR	Formação/ Reuniões																		
DE	Descarregar estufas																		
OC	Opção de cheta																		

ANEXO H: Folha de Detecção de Avarias da Misturadora

Descrições de avaria da Hedrich

Operadores				Manutenção			
Data da avaria		Descrição da avaria	N.º. Operador	Intervenção		Novamente operacional	
Dia:	Hora:				Dia:	Hora:	

ANEXO I: Novo Gráfico do Ciclo de Tratamento Térmico Efectuado pelas Estufas



ANEXO J: Instruções Operacionais



APARELHAGEM DE MÉDIA TENSÃO

Instrução Operacional nº: 430120001

FABRICAÇÃO DE PEÇAS EM RESINA EPÓXIDA

ÍNDICE

- 1 OBJECTIVO
- 2 ÂMBITO
- 3 RESPONSABILIDADES
- 4 PROCESSO
 - 4.1 Injecção
 - 4.2 Enchimento dos canais
 - 4.3 Redrich
 - 4.4 Estufas
 - 4.5 Mudança de turno
 - 4.6 Produtos Críticos e Não Críticos

Data de emissão	Data de alteração	Documento	Emitido	Aprovado	Página
2007-11-06	-	430120001	João Matos	Tiago Seabra	1 / 4



APARELHAGEM DE MÉDIA TENSÃO

1 OBJECTIVO

Definir o procedimento a aplicar para a fabricação de peças em resina epóxiada, moldadas por injeção sob pressão.

2 ÂMBITO

Este documento é aplicável ao sector da fabricação de peças em resinas epóxiadas.

3 RESPONSABILIDADES

Todos os operadores são responsáveis por injectar, rebolar, transportar as peças, descarregar as estufas, preparar peças com silbete, limpar o molde e o posto de trabalho, preparar massa na Hadrich, pelas mudanças de molde e limpeza dos invólucros ISF24.

Cabe ao Chefe de Equipa coordenar os operadores e é da sua responsabilidade o cumprimento das instruções operacionais que se indicam a seguir.

Data de emissão	Data de alteração	Documento	Emitido	Aprovado	Página
2007-11-06	-	430120001	João Morais	Tiago Seabra	2 / 4



APARELHAGEM DE MÉDIA TENSÃO

4 PROCESSO

4.1 Injecção

O ciclo de Injecção de peças tem a duração de 132 minutos. Inclui o enchimento de uma panela e Injecção das peças correspondente a uma panela.

As seguintes actividades devem ser realizadas enquanto a máquina está a Injectar: Rebarbagem, transporte de peças, descarregamento de estufas, preparação de peças com silbina e pausas programadas.

4.2 Enchimento das panelas

A sequência de enchimento das panelas tem início logo que a Hadrich termina a preparação da massa, durante o período em que a máquina está a Injectar, deve ser efectuada da seguinte forma:

1. Panela para a máquina 3
2. Panela para a máquina 4
3. Panela para a máquina 5
4. Panela para a máquina (3, 2 ou 1) quando necessário.

4.3 Hadrich

Após completar a sequência de enchimento das panelas, deve dar-se início à preparação da massa na Hadrich. A mistura deverá conter entre 150 a 180 kg de endurecedora de resina.

Quando o ciclo de preparação da massa coincidir com as pausas para almoço ou jantar, a mistura deverá conter entre 230 a 260 kg de endurecedora de resina.

Em nenhuma situação a quantidade total deverá ultrapassar a capacidade máxima da Hadrich.

A operação de vazão é iniciada manualmente e deverá ser dada logo que a Hadrich termine as operações anteriores.

4.4 Estufas

O método de funcionamento das estufas está definido em procedimento próprio.

4.5 Mudança de turno

Durante a passagem de turnos deve ser dada a informação ao operador que vai entrar de quantas peças ainda estão na panela assim como as condições de Injecção. Sempre que tal situação se verifique, deixar a máquina a Injectar para o operador seguinte.

Os 10 minutos finais estão definidos para limparem o seu posto de trabalho e registarem a sua produção.

A limpeza das tampas das panelas deve ser efectuada segundo o seguinte plano e aplicar todas as semanas:

Data de emissão	Data de alteração	Documento	Emitido	Aprovado	Página
2007-11-06	-	430120001	João Matos	Tiago Seabra	3 / 4

APARELHAGEM DE MÉDIA TENSÃO

	Turno		
	Noite	Manhã	Tarde
Segunda - feira		X	
Terça - feira	X		X
Quarta - feira		X	
Quinta - feira	X		X
Sexta - feira		X	X

4.6 Produtos Críticos e Não Críticos

Produto (Designação)	Artigo	Tempo de ciclo (min)	N.º de peças por painel	
Barrilete Invólucro 2	36505095-01	9,00		
Isolador 17,5kV	2256438	12,00		
Isolador Suporte 17,5kV	31215115	12,00		
Isolador 38kV	CIMT396337-01	12,00		
Travessa Normisol 17,5kV com gola	AMT396337-01	10,00		
	AMT396337-09	10,00		
	AMT396337-07	10,00		
Invólucro Isolante PP61/62 KH4678 (Pêlo Oflu Pequeno)	22150150-01	18,00		
Invólucro Isolante PP71/72 KH4677 (Oflu 38kV)	22150158-01	18,00		
Isolador Suporte Barras	37150094-01	13,00		
Travessa Unigolcar 630/1250A	37150077-01	11,30		
	37150077-02	11,30		
	37150077-03	11,30		
Travessa Unigolcar 2500A	CIMT396631-01	12,00		
	CIMT396631-05	12,00		
	CIMT396631-04	12,00		
Invólucro Isolante K1250A (Divas Pequena)	36516009-01	11,00		
Terço gola Porta Nível	33103025-01	11,30		
Travessa Normisol 38kV	AMT698116-01	12,30		
Invólucro Isolante K1250A (Divas Grande)	36516093-02	14,30	9	
Invólucro Inferior IP 38kV	AMT698149-01	15,00	8	
Invólucro Superior IP 38kV	AMT698163-01	17,00	7	
Travessa Unigolcar 630V	BMTC780330-01	13,30	9	
Clampo Porta Nível 38kV	33103023-01	16,00	8	
Invólucro Inferior IP 38kV	AMT698142-01	22,00	8	
Invólucro Superior IP 38kV	AMT698138-01	22,00	6	

	Nestas peças críticas é necessário registar o ciclo e encher a gama de modo a obter o número de peças definido.
	Nestas peças não críticas, o operador tem liberdade para encher a gama de acordo com as indicações do chefe de equipa e desde que respeite os ciclos de enchimento. De forma a poder iniciar a injeção no início de cada turno de trabalho, deverá ser cheia a gama na sequência de enchimento precedente.

Data de emissão	Data de alteração	Documento	Emitido	Aprovado	Página
2007-11-06	-	430120001	João Matos	Tiago Seabra	4 / 4

ANEXO L: Exemplo de um Estudo Efectuado à Misturadora

Preparação da mistura da Hedrich

Data: 2007-09-25

Turno: tarde

Peso resina + farinha (kg) : 200

Litros resina (l) : 72,4

Peso farinha para a resina (kg) :116,6

Peso endurecedor + farinha (kg) :200

Litros endurecedor (l) :55,6

Peso farinha para o endurecedor (kg) :133,3

Operação	Tempo	Tempo absoluto	Tempo absoluto acumulado
Início e purga			
Desliga a bomba de vazio e reestabelece a pressão no interior das painelas			
Inicia enchimento de resina e endurecedor	0:03:30	0:03:30	0:03:30
Terminou enchimento do endurecedor	0:22:53	0:19:23	0:22:53
Terminou de colocar farinha na painela do endurecedor	0:38:06	0:15:13	0:38:06
Terminou de encher resina e começou a encher farinha	1:12:38	0:34:32	1:12:38
Terminou de meter farinha na painela da resina	1:29:40	0:17:02	1:29:40
Início do assentamento da farinha	1:33:52	0:04:12	1:33:52
Terminou assentamento da farinha e inicia o vazio	1:35:00	0:01:08	1:35:00
Fim do ciclo de vazio	1:50:13	0:15:13	1:50:13

ANEXO M: Dimensionamento dos Lotes de Produção e Reposição do Sistema *Kanban* Interno na Máquina 1, 2 e 3

	Produto(designação)	Tempo Ciclo (min)	Procura anual	Procura diária	Capac./dia
Máquina 1	Isolador 36kV	12	609	3	18
Máquina 2	Travessia Normacel 17,5kV com gola	10	662	3	25
	Isolador Suporte Barras	13	400	2	24
Máquina 3	Invólucro isolante<1250A(Divac pequeno)	11	1186	5	40
	Invólucro isolante FP61/62 KH4676 (Pólo Diflu Pequeno)	18	263	1	25
	Invólucro isolante FP71/72 KH4677 (Diflu 36 kV)	18	280	1	25

	Produto(designação)	Lote	Lote (dias)	Nº.Lotes/ano	Stock	Tempo de produção do lote (dias)
Máquina 1	Isolador 36kV	54	20	12	108	3+T. <i>Setup</i>
Máquina 2	Travessia Normacel 17,5kV com gola	74	25	9	148	3+T. <i>Setup</i>
	Isolador Suporte Barras	44	24	10	88	2+ T. <i>Setup</i>
Máquina 3	Invólucro isolante<1250A(Divac pequeno)	84	16	15	168	2+ T. <i>Setup</i>
	Invólucro isolante FP61/62 KH4676 (Pólo Diflu Pequeno)	48	40	6	96	2+ T. <i>Setup</i>
	Invólucro isolante FP71/72 KH4677 (Diflu 36 kV)	48	38	6	96	2+ T. <i>Setup</i>

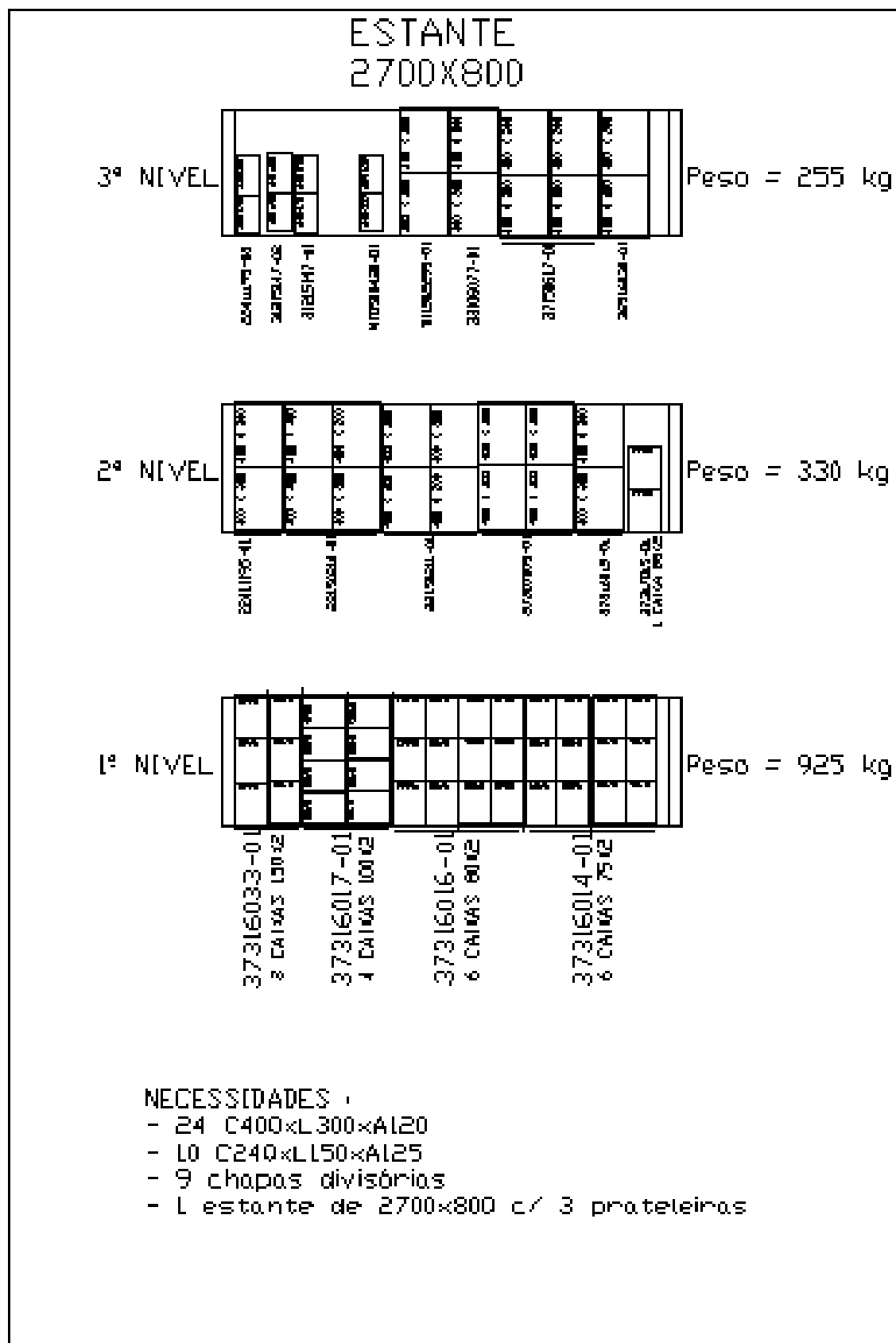
Kanban Interno - Resinas



ANEXO O: Dimensionamento do Posto *Kanban* de Artigos oriundos do Exterior e do Armazém

Artigo-descrição	PESO [KG]	Quantidade de reposição	PESO TOTAL	Número de unidades de armazenamento	QT/CAIXA	Unidade de armazenamento	Origem	Localização
22150210-01	0,32	120	38,4	4	60	C400xL300xA120	Contrato	A2
22150211-01	0,028	1330	37,24	4	665	C400xL300xA120	Contrato	A2
22411195-01	0,008	1300	10,4	2	1300	C400xL300xA120	Contrato	A2
22411195-03	0,083	50	4,15	2	50	C240xL150xA125	Contrato	A3
31215147-01	0,027	100	2,7	2	100	C240xL150xA125	Contrato	A3
31215147-02	0,045	100	4,5	2	100	C240xL150xA125	Contrato	A3
33106077-01	0,02	750	15	2	750	C400xL300xA120	Contrato	A3
36516030-01	0,014	430	6,02	2	430	C400xL300xA120	Contrato	A3
37150617-01	0,33	200	66	4	100	C400xL300xA120	Armazém	A3
37307005-01	0,152	300	45,6	4	150	C400xL300xA120	Contrato	A2
37316014-01	0,321	750	240,75	12	125	CAIXA CARTÃO	Armazém	A1
37316015-01	0,046	300	13,8	2	300	C400xL300xA120	Contrato	A2
37316016-01	0,314	720	226,08	12	120	CAIXA CARTÃO	Armazém	A1
37316017-01	0,267	700	186,9	8	175	CAIXA CARTÃO	Armazém	A1
37316033-01	0,135	750	101,25	6	250	CAIXA CARTÃO	Armazém	A1
37317015-01	0,227	88	19,976	2	88	C400xL300xA120	Armazém	A2
DI1501295-01	0,054	500	27	2	500	C400xL300xA120	Contrato	A3
MT0500430-01	0,031	120	3,72	2	120	C240xL150xA125	Contrato	A3

ANEXO P: Localização das Unidades de Armazenamento na Estante Kanban e Necessidades de Investimento



ANEXO Q: Análise pelo Método SMED de uma Mudança de Molde

ID	Operações	Internas	Externas	Tempo	Tempo absoluto	Antes	Durante	Depois
1	Retirou grampo e procurou cintas		0	0:08:20	0:08:20	0		
2	Coloca cintas e movimenta com a ponte rolante(2 pessoas)		0	0:10:30	0:02:10		0	
3	Retira cintas e movimenta molde na máquina	0		0:15:09	0:04:39		0	
4	Pega na alavanca e desloca molde	0		0:17:10	0:02:01		0	
5	Procura escadote		0	0:18:45	0:01:35	0		
6	Começa a colocar grampos	0		0:19:10	0:00:25		0	
7	Liga mangueiras, cilindro superior vertical	0		0:21:30	0:02:20		0	
8	Avança cilindro superior vertical	0		0:23:30	0:02:00		0	
9	Alavanca para alinhar com o cilindro e apertar o cilindro	0		0:23:50	0:00:20		0	
	Começa a colocar parafusos de aperto do molde e ensaia subida e descida do molde para colocar parafusos no local certo e apertar	0		0:31:50	0:08:00		0	
10	Coloca grampos nos pratos verticais, aperto todo efectuado à mão (1 pessoa)	0		0:35:30	0:03:40		0	
11	Procura mais grampos		0	0:39:25	0:03:55	0		
12	Regresso ao molde	0		0:42:45	0:03:20		0	
13	Volta à procura de grampos		0	0:44:10	0:01:25	0		
14	Volta ao molde	0		0:45:00	0:00:50		0	
15	Procura mais acessórios		0	0:48:05	0:03:05	0		
16	Retorna ao molde (4 grampos de cada lado)	0		0:48:58	0:00:53		0	
17	Vai novamente aos grampos		0	0:50:50	0:01:52	0		
18	De regresso ao molde (prato de baixo)	0		0:52:42	0:01:52		0	
19	Volta aos grampos		0	0:52:52	0:00:10	0		
20	Retorna ao molde	0		0:55:10	0:02:18		0	
21	Vai novamente aos grampos		0	0:56:09	0:00:59	0		
22	Volta ao molde	0		0:56:55	0:00:46		0	
23	Procura ferramentas		0	1:03:17	0:06:22	0		
24	Regresso ao molde	0		1:04:06	0:00:49		0	
25	Procura ficha técnica do molde		0	1:07:00	0:02:54	0		
26	Retorna ao molde	0		1:08:40	0:01:40		0	
27	Termina	0		1:12:52	0:04:12		0	
	Total	0:40:05	0:32:47	1:12:52	1:12:52	0:30:37	0:42:15	

ANEXO R: Check List dos Elementos de Fixação Mecânicos para cada Molde



Mecanismo de aperto dos moldes

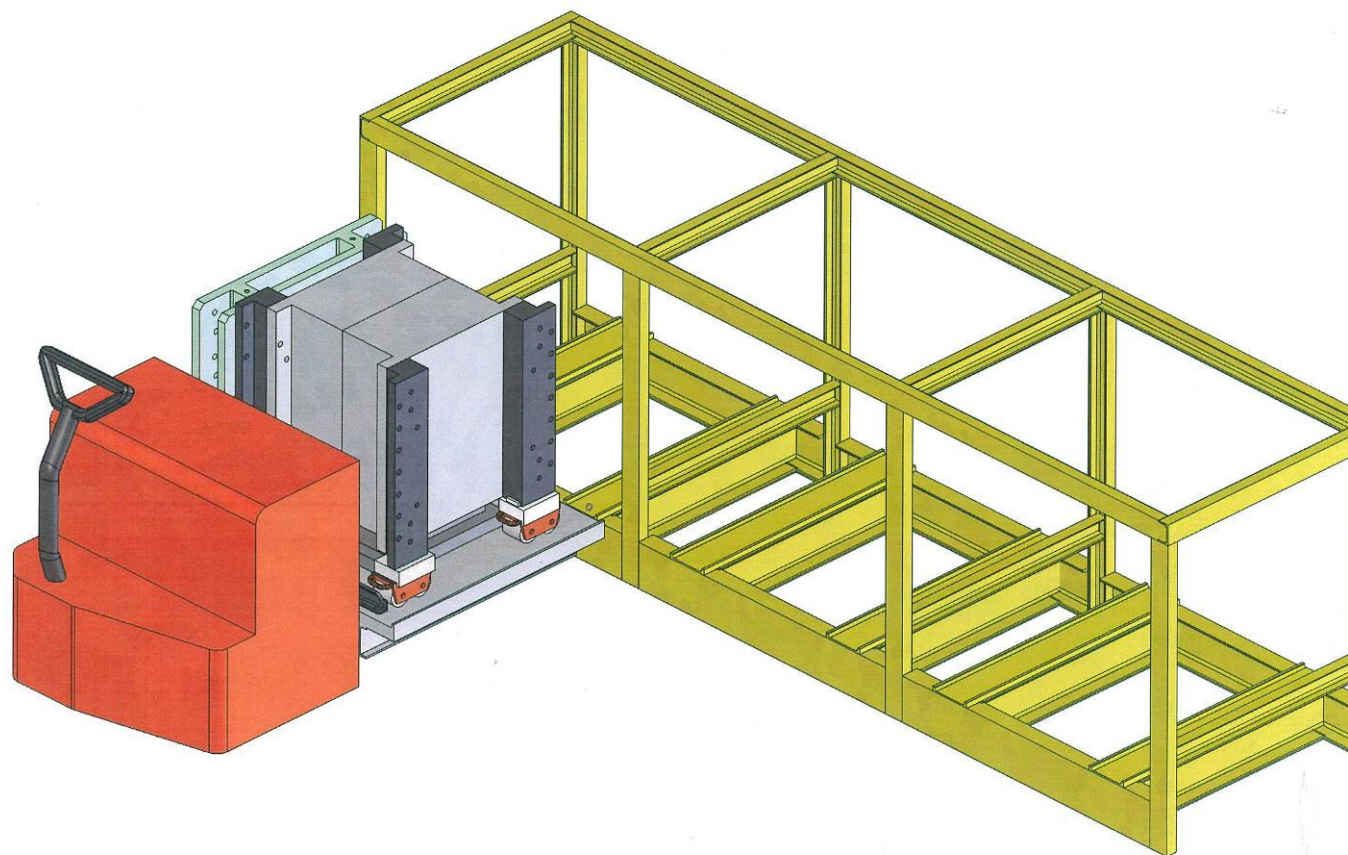
Moldes

Cloche Unipolar 2500A	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
	M20*22	10	M20	5	M20	8	M20*125	5	M20*55 M20*90	2 3	3		5
Travessia Unipolar 0307/1200A	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
	M20*22	12	M20	6	M20	6	M20*125	6	M20*60 M14*110	6 4	4		6
Involucro Isolante FP71/72 KH4677 (diflu 36 kV)	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
	M20*22	11	M20	9	M20	11	M20*125	9	M20*100 M16*120	2 4	2	4	9
Involucro Isolante FP61/62 KH4676 (66kV diflu pequeno)	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
	M20*22	11	M20	9	M20	11	M20*125	9	M20*100 M16*120	2 4	2	4	9
Involucro Isolante >1250 A (Divao Grande)	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
					M20 M14	12 4			M20*50 M12*40(cima) M14*120	12 4 4	4		
Involucro Isolante <12 60A (Divao Pequeno)	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
	M20*22	10	M20	8	M20	10	M20*160	8	M20*60 M16*120 / M16*130	2 4	4		8
Cloche Normadoel 17,6kV c/Gola	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:313/1	Grampos especiais	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
	M20*22	4	M20	4	M20	4	M20*125	4	M16*60	10	3		4
Travessia Unipolar 0307	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
					M20	16			M20*60 M20*80	8 8			
Travessia Normadoel 24kV	Porcas para ranhuras em guia		Porca hexagonal	Anilha		Pernos		Parafuso cabeça cilíndrica o/sexta vado interior (umbrako)		Ferro de aperto cónico em garfo DIN6315B Ref:70532		Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 6314AV Ref:74503	
					M20 M16	8 4			M20*110 M16*100	8 4	4		8

Ferro de aperto cónico em garfo DIN6315B Ref:70532 Ref:70524	2	4
Calços	2	4

Moldes	Isolador Suporte Barras	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV Ref:74503
		M20*22	6	M20	12	M20*70	6		12
						M20*80	6		
	Bases para Invólucro 2	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV
		M16*18	16	M16	16	M16*45	16		
	Isolador TT 0kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV Ref:74575
		M16*18	4	M16	4	M16*60	4		4
	Isolador Suporte TT 0kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV Ref:74575
		M16*18	4	M16	4	M16*60	4		4
	Isolador 30kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV Ref:74575
		M16*18	4	M16	4	M16*60	4		4
Moldes	Invólucro Inferior 15F 24kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Calços	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto cónico em garfo DIN8315B Ref:70532
				M20	24	M20*80	16	4	4
				M14	4	M20*70(mesa)	8		
						M14*90	4		
	Invólucro Superior 15F 24kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV
				M20	8	M20*50	16	4	
				M14	4	M20*70(mesa)	8		
						M14*55(trás)	6		
						M14*90(baixo)	4		
	Invólucro Inferior 15F 30kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV
				M14	4	M14*60(trás)	4		
Moldes				M20	4	M20*80(baixo)	4		
						M20*50	8		
						M20*60	8		
	Invólucro Superior 15F 30kV	Porcas para ranhuras em guia	Porca hexagonal	Anilha	Pernos	Parafuso cabeça cilíndrica osexta vado interior (umbrako)	Grampos especiais nº:312	Grampos especiais nº:312/ 24/50	Ferro de aperto simples com parafuso regulador DIN 8314AV
				M14	4	M14*60(trás)	4		
				M20	4	M20*80(baixo)	4		
						M20*50	8		
						M20*60	8		

ANEXO S: Mecanismo de Transporte dos Moldes



ANEXO T: Localização dos Moldes nas Estantes

